

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра теории и методики физического воспитания

А.Ю. Дронь, Ю.А. Дронь, М.Ю. Глухова

НУТРИЦИОЛОГИЯ

Учебное пособие

Направление подготовки 49.03.01 Физическая культура
Направленность «Физкультурно-оздоровительная деятельность»

Сургут, 2023

УДК 796.613.2(075.8)
ББК 75.0я73
Д 75

Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
БУ «Сургутский государственный
педагогический университет»

Рецензенты:

Алена Анатольевна Говорухина,
д.б.н., доцент, заведующий кафедрой МБДиБЖ
БУ «Сургутского государственного педагогического университета»
Наталья Александровна Бойко,
к.п.н., доцент кафедры ТИМФВ
БУ «Сургутского государственного педагогического университета»

Дронь, А. Ю.

Д 75

Нутрициология : учебное пособие : направление подготовки 49.03.01 Физическая культура, направленность «Физкультурно-оздоровительная деятельность» / А. Ю. Дронь, Ю. А. Дронь, М. Ю. Глухова ; Департамент образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Бюджетное учреждение высшего образования ХМАО-Югры «Сургутский государственный педагогический университет». – Сургут : РИО БУ «Сургутский государственный педагогический университет», 2023. – 122 [1] с. – Текст : непосредственный.

Учебное пособие составлено в соответствии с федеральным образовательным стандартом направления подготовки 49.03.01 «Физическая культура». Учебное пособие предназначено для обучающихся с целью изучения основных положений теории рационального питания и нутрициологии, овладения практическими навыками диетологического сопровождения с учетом выявленных индивидуальных проблем и персонифицированного подхода, профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

В учебном пособии представлены теоретические материалы, отражающие содержание учебной дисциплины, приведены вопросы и задания для самоконтроля.

УДК 796.613.2(075.8)
ББК 75.0я73

© Дронь А.Ю., Дронь Ю.А., Глухова М.Ю., 2023
© БУ «Сургутский государственный педагогический университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Введение	6
Раздел 1. Классификация основных пищевых веществ	9
У.Э. 1.1. Макронутриенты	12
У.Э. 1.2. Микронутриенты	55
Раздел 2. Пищевой статус человека и методы его оценки	65
У.Э. 2.1. Алиментарно-зависимые заболевания	66
У.Э. 2.2. Индивидуальная пирамида питания	70
У.Э. 2.3. Нутриметабограмма человека. Алгоритмы разработки рациона	76
Список используемых сокращений	91
Список использованной литературы	93
Приложения	95

ПРЕДИСЛОВИЕ

Знакомое и привычное слово «питание» может обозначать различные явления. Наиболее простое применение понятия питание – для обозначения акта приема человеком пищи.

В более широком смысле под питанием подразумеваются все явления, процессы и предметы, имеющие отношение к пище и ее потреблению человеком. Наука о пище и питании называется нутрициологией (от греч. Nutricium – питание). Нутрициология, или наука о питании, – это наука о пище, пищевых веществах и других компонентах, содержащихся в продуктах питания, их действии и взаимодействии, их роли в поддержании здоровья или возникновении заболеваний, о процессах их потребления, усвоения, переноса, утилизации (расходования) и выведения из организма.

Кроме того, наука о питании изучает, как и по каким мотивам человек выбирает пищу и как этот выбор влияет на его здоровье.

В учебном пособии представлена актуальная информация, касающаяся физиологии пищеварительной системы, обмена веществ и энергии в организме человека.

Пособие предназначено для студентов очного отделения, изучающих дисциплину «Нутрициология», относящуюся к обязательной части (Б1.О.31) основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 49.03.01 Физическая культура, профиль «Физкультурно-оздоровительная деятельность».

Дисциплина «Нутрициология» ориентирована на подготовку бакалавров, обладающих следующими компетенциями:

- способен формировать осознанное отношение занимающихся к физкультурно-спортивной деятельности, мотивационно-ценностные ориентации и установки на ведение здорового образа жизни (ОПК-6);
- способен использовать общеукрепляющие и оздоровительные мероприятия по поддержке здоровья, включая закаливание, массаж, рациональное питание (ПК-6).

Цель пособия: сформировать у студентов теоретические знания и навыки в области рационального питания, а также роли питания в жизнедеятельности организма.

Решаемые с помощью пособия задачи:

1. Сформировать умения классифицировать макро- и микронутриенты пищевых продуктов, освоить основные нормативы употребления белков, углеводов, жиров, микроэлементов и минорных веществ в пищевых рационах
2. Сформировать навык коррекции рациона питания на основании уровня основного обмена с учетом пищевого статуса человека.

Требования к результатам подготовки бакалавра:

знать:

- современные российские и зарубежные положения о методиках нутрициологии и ее разновидностях (макро- и микронутриенты, минорных веществ и т.д.);
- современные программы, методики и технологии составления диет;
- значение нутрициологии в практической деятельности;
- основные принципы, правила и графические модели здорового питания;
- нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах;
- основы коррекции рациона питания;

уметь:

- изучать запросы и потребности населения в области оздоровительного питания;
- использовать накопленные знания в области нутрициологии;
- анализировать и корректировать ошибки в соблюдении принципов рационального питания;
- осуществлять качественный и количественный анализ рациона питания с использованием пирамиды питания с детальным качественным анализом каждого этажа пирамиды;

владеть:

- способами разработки индивидуальной пирамиды питания на основе однодневного рациона;
- методиками расчета и оценки индекса массы тела;
- методами определения потребностей в энергии и пищевых веществах с использованием таблиц в нормативных документах;
- методами оценки суточной потребности в энергии на основании уровня основного обмена;
- методиками расчета потребности в белках, жирах и углеводах на основании их процентного соотношения от суточной потребности в энергии;

иметь опыт:

- определения уровня основного обмена и потребности в белках с использованием экспресс расчетов;
- определения колорийности, содержания белков, жиров и углеводов с использованием программы «Мой здоровый рацион»;
- сопоставления содержания энергии и пищевых веществ в рационе индивидуальных норм физиологических потребностей.

Формы организации самостоятельной работы студентов: план-конспект, ситуационные задачи, практические задания. Самостоятельная работа тесно связана с аудиторной работой: является дополнением к лекционным, подготовка к практическим занятиям. Основные формы самостоятельной работы – это анализ литературы, основной и дополнительной.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних пятидесяти лет в результате проведения интенсивных многочисленных научных исследований и внедрения их в практику подготовки спортсменов сформирована новая, относительно самостоятельная и быстрорастущая отрасль на стыке двух сфер знаний – медицины и спорта – спортивная нутрициология. Спортивная нутрициология – это наука о спортивном питании (sport nutrition science), которая является составной частью клинической нутрициологии и занимается всеми аспектами влияния пищи (питания) и ее компонентов (нутриентов) на жизнь и здоровье человека, активно занимающегося спортом, адаптацией режима (рациона) питания к меняющимся условиям повседневной жизни, тренировок и соревнований для максимального повышения физической готовности, а также процессы, посредством которых организм спортсмена потребляет, абсорбирует, транспортирует, утилизирует и выделяет все компоненты диеты. В настоящее время четко доказано, что научно обоснованное, грамотное, индивидуализированное применение макро-, микро- и фармаконутриентов способно обеспечить оптимизацию человеческих возможностей, повысить силу мышечного сокращения, общую и специальную выносливость как у профессиональных высококвалифицированных спортсменов, так и у лиц, просто ведущих активный образ жизни. Стратегия нутритивно-метаболической поддержки (НМП) является альтернативой «жесткой», а иногда и запрещенной, фармакологии и исходит из принципа «постепенного, но неуклонного формирования направленных метаболических изменений в организме, улучшающих физическую форму человека». Такой подход аналогичен современному подходу в клинической нутрициологии, где уже существует определение «нутритивно-метаболическая терапия» (НМТ) (Луфт В.М. и соавт., 2016). Как подчеркнуто в фундаментальном «Руководстве по клиническому питанию» (Луфт В.М. и соавт., 2016), «многочисленные исследования позволяют констатировать, что имеющаяся недостаточность питания – это более медленное выздоровление, угроза развития различных осложнений, более длительное пребывание больных в стационаре, более высокие расходы на лечение и реабилитацию, а также более высокая их летальность». НМТ – неотъемлемая часть основной или (чаще) адъювантной терапии большинства заболеваний и патологических состояний (синдромов). Применительно к области спортивной нутрициологии тщательно подобранная по составу, адаптированная по частоте и длительности применения в конкретном виде спорта, индивидуализированная НМП в сочетании со сбалансированной базовой диетой (рационом питания) способна создавать метаболические условия для проявления организмом своих максимальных физических и психических возможностей, избегая развития относительной энергетической (ОЭН) и субстратной недостаточности, повышения риска получения травм и замедленного восстановления. В реальных условиях спорта высших достижений, как показали исследования, ОЭН (отрицательная разница между поступлением и расходом энергии) наблюдается в среднем у 43% представителей большинства видов спорта, способствуя формированию негативных метаболических изменений, замедлению восстановления, снижению спортивных результатов и высокого риска получения травм. Новые стратегии основаны на влиянии конкретных продуктов на сигнальные и метаболические клеточные пути, обеспечивающие силу и мощность мышц, выносливость, быстрое восстановление водноэлектролитного, белкового, углеводного и жирового обмена после нагрузки.

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (Методические рекомендации: МР 2.3.1.2432 – 08) представляют величины потребности в энергии для лиц в каждой выделяемой (в зависимости от пола, возраста, профессии, условий быта и т.п.) группе, а также рекомендуемые величины потребления пищевых веществ, которые должны обеспечивать потребность соответствующей категории населения.

Нормы базируются на основных положениях концепции оптимального питания:

- энергетическая ценность рациона человека должна соответствовать энерготратам организма
- величины потребления основных пищевых веществ – белков, жиров и углеводов – должны находиться в пределах физиологически необходимых соотношений между ними. В рационе предусматриваются физиологически необходимые количества животных белков – источников незаменимых аминокислот, физиологические пропорции ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, оптимальное количество витаминов;
- содержание макроэлементов и эссенциальных микроэлементов должно соответствовать физиологическим потребностям человека;
- содержание минорных и биологически активных веществ в пище должно соответствовать их адекватным уровням потребления.

Потребность в энергии и пищевых веществах зависит от физической активности, характеризуемой коэффициентом физической активности (КФА), равным отношению энерготрат на выполнение конкретной работы к величине основного обмена (ВОО).

Таблица 1

Средние величины основного обмена взрослого населения России (ккал/сут)

<i>Мужчины (основной обмен)</i>					<i>Женщины (основной обмен)</i>				
<i>Масса тела, кг</i>	<i>18–29 лет</i>	<i>30–39 лет</i>	<i>40–59 лет</i>	<i>Старше 60 лет</i>	<i>Масса тела, кг</i>	<i>18–29 лет</i>	<i>30–39 лет</i>	<i>40–59 лет</i>	<i>Старше 60 лет</i>
50	1450	1370	1280	1180	40	1080	1050	1020	960
55	1520	1430	1350	1240	45	1150	1120	1080	1030
60	1590	1500	1410	1300	50	1230	1190	1160	1100
65	1670	1570	1480	1360	55	1300	1260	1220	1160
70	1750	1650	1550	1430	60	1380	1340	1300	1230
75	1830	1720	1620	1500	65	1450	1410	1370	1290
80	1920	1810	1700	1570	70	1530	1490	1440	1360
85	2010	1900	1780	1640	75	1600	1550	1510	1430
90	2110	1990	1870	1720	80	1680	1630	1580	1500

Все взрослое население в зависимости от величины энерготрат делится на 5 групп для мужчин и 4 группы для женщин, учитывающих производственную физическую активность и иные энерготраты.

1 группа (очень низкая физическая активность; мужчины и женщины) – работники преимущественно умственного труда, коэффициент физической активности – 1,4 (*государственные служащие административных органов и учреждений, научные работники, преподаватели вузов, колледжей, учителя средних школ, студенты, специалисты-медики, психологи, диспетчеры, операторы, в т. ч. техники по обслуживанию ЭВМ и компьютерного обеспечения, программисты, работники финансово-экономической, юридической и административно-хозяйственной служб, работники конструкторских бюро и отделов, рекламно-информационных служб, архитекторы и инженеры по промышленному и гражданскому строительству, налоговые служащие, работники музеев, архивов, библиотекари, специалисты службы страхования, дилеры, брокеры, агенты по продаже и закупкам, служащие по социальному и пенсионному обеспечению, патентоведы, дизайнеры, работники бюро путешествий, справочных служб и других родственных видов деятельности*);

2 группа (низкая физическая активность; мужчины и женщины) – работники, занятые легким трудом, коэффициент физической активности – 1,6 (*водители городского транспорта, рабочие пищевой, текстильной, швейной, радиоэлектронной промышленности, операторы конвейеров, весовщицы, упаковщицы, машинисты железнодорожного транспорта, участковые врачи, хирурги, медсестры, продавцы, работники жилищно-эксплуатационной службы, реставраторы художественных изделий, гиды, фотографы, техники и операторы радио и телевидения, таможенные инспекторы, работники полиции и патрульной службы и других родственных видов деятельности*);

3 группа (средняя физическая активность; мужчины и женщины) – работники средней тяжести труда, коэффициент физической активности – 1,9 (*слесари, наладчики, станочники, буровики, водители электрокаров, экскаваторов, бульдозеров и другой тяжелой техники, работники тепличных хозяйств, растениеводы, садовники, работники рыбного хозяйства и других родственных видов деятельности*);

4 группа (высокая физическая активность; мужчины и женщины) – работники тяжелого физического труда, коэффициент физической активности – 2,2 (*строительные рабочие, грузчики, рабочие по обслуживанию железнодорожных путей и ремонту автомобильных дорог, работники лесного, охотничьего и сельского хозяйства, деревообработчики, физкультурники, металлурги доменщики-литейщики и другие родственные виды деятельности*);

5 группа (очень высокая физическая активность; мужчины) – работники особо тяжелого физического труда, коэффициент физической активности – 2,5 (*спортсмены высокой квалификации в тренировочный период, механизаторы и работники сельского хозяйства в посевной и уборочный периоды, шахтеры и проходчики, горнорабочие, вальщики леса, бетонщики, каменищики, грузчики немеханизированного труда, оленеводы и другие родственные виды деятельности*) [1, 6, 10].

К нормируемым показателям относятся:

1. Энергия (суточные энерготраты).
2. Незаменимые (эссенциальные) пищевые вещества и источники энергии:
 - а) макронутриенты (белки, жиры, углеводы);
 - б) микронутриенты (витамины, минеральные вещества, микроэлементы).

Предлагаемое учебное пособие позволит студенту выстраивать алгоритм построения рациона как в процессе тренировочной деятельности, так и в сфере физкультурно-оздоровительной деятельности, а также видеть ошибки питания и способы их устранения.

Раздел 1.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ

Цель раздела: сформировать умения классифицировать макро- и микронутриенты пищевых продуктов, освоить основные нормативы употребления белков, углеводов, жиров, микроэлементов и минорных веществ в пищевых рационах.

Задачи раздела:

1. Классифицировать макронутриенты в пищевых продуктах, а также освоить нормативы употребления белков, углеводов, жиров.
2. Классифицировать микронутриенты и минорные вещества в пищевом рационе.

В результате изучения раздела обучающийся должен:

знать:

- значение нутрициологии в практической деятельности;
- основные принципы, правила и графические модели здорового питания;
- нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах;
- значение и роль жирорастворимых и водорастворимых витаминов;

уметь:

- осуществлять качественный и количественный анализ рациона питания с использованием пирамиды питания с детальным качественным анализом каждого этажа пирамиды;
- осуществлять анализ потребностей и источников жирорастворимых и водорастворимых витаминов;

владеть:

- технологией определения потребностей в энергии и пищевых веществах с использованием таблиц в нормативных документах;
- методами оценки суточной потребности в энергии на основании уровня основного обмена;
- методиками расчета потребности в белках, жирах и углеводах на основании их процентного соотношения от суточной потребности в энергии;

иметь опыт:

- сопоставления содержания энергии и пищевых веществ в рационе индивидуальных норм физиологических потребностей.

Если рассматривать человеческий организм с точки зрения химических элементов, то вполне оправданной будет фраза, что в нас присутствуют практически все элементы из периодической таблицы Д.И. Менделеева. Для удобства, все химические элементы делят на три основные группы: биоэлементы, макроэлементы и микроэлементы.

Классификация макро- и микроэлементов

Классификация	Перечень элементов	
Макроэлементы	калий	K
	натрий	Na
	кальций	Ca
	магний	Mg
	хлор	Cl
	фосфор	P
	сера	S
Микроэлементы	железо	Fe
	медь	Cu
	йод	I
	цинк	Zn
	марганец	Mn
	хром	Cr
	кобальт	Co
	фтор	F
	селен	Se
	молибден	Mo
	и другие недостаточно изученные	

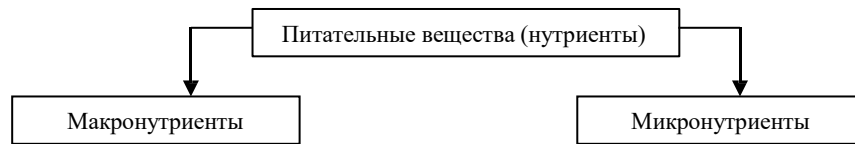
Биоэлементы – (от греч. *bios* – жизнь) – это элементы, постоянно входящие в состав организма, необходимые для его жизнедеятельности и проявляющие биологические свойства. Они составляют основную структуру живого организма. Из них и **макроэлементов** формируются белки, углеводы, жиры и нуклеиновые кислоты.

Макронутриенты – пищевые вещества (белки, жиры и углеводы), необходимые человеку в количествах, измеряемых граммами, обеспечивают пластические, энергетические и иные потребности организма [5].

Микронутриенты – пищевые вещества (витамины, минеральные вещества и микроэлементы), которые содержатся в пище в очень малых количествах – миллиграммах или микрограммах. Они не являются источниками энергии, но участвуют в усвоении пищи, регуляции функций, осуществлении процессов роста, адаптации и развития организма.

Микроэлементы участвуют во всех процессах жизнедеятельности и являются катализаторами биохимических реакций. Их суточное потребление составляет менее 200 мг, и содержатся они в организме в маленьких дозах (менее 0,001% массы тела) [16].

Макронутриенты и Микронутриенты



- белки;
- жиры;
- углеводы;
- вода.

- витамины и витаминоподобные вещества;
- макро- и микроэлементы составные части макронутриентов;
- минорные БАВ (флавоноиды, индолы, фенолы, органические кислоты и др.).

Макронутриенты белковой природы:

- Аминокислоты
- Пептиды
- Полипептиды

Макронутриенты липидной природы:

- Омега-3 ПНЖК
- Гамма-линолевая кислота
- Фосфолипиды
- Фитостерины

Макронутриенты углеводной природы:

- Пищевые волокна (пребиотики)
- Полисахаридные адъюванты
- Пищеварительные ферменты
- Неусваиваемые олигосахариды
- Живые кишечные микроорганизмы (пробиотики)

Таблица 3

Пищевые вещества

Незаменимые (эссенциальные)	Заменимые
8–9 аминокислот: метионин, лизин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин, валин, гистидин (для детей).	Около 100 пищевых веществ и 60 биологически активных веществ.
2 жирные кислоты: α-линолевая кислота (Омега-3 ПНЖК), линолевая кислота (Омега-6 ПНЖК).	
13 витаминов: А, В1, В2, В5, В6, В9, В12, С, D, Е, Н, К, РР.	
6 макроэлементов: Калий, Натрий, Кальций, Магний, Хлор, Фосфор.	
10 микроэлементов: Железо, Медь, Цинк, Марганец, Хром, Молибден, Кобальт, Йод, Фтор, Селен.	

Белки

Белки (протеины, полипептиды) – высокомолекулярные азотсодержащие биополимеры, состоящие из L-аминокислот. Выполняют пластическую, энергетическую, каталитическую, гормональную, регуляторную, защитную, транспортную и другие функции.

Потребность в белке – эволюционно сложившаяся доминанта в питании человека, обусловленная необходимостью обеспечивать оптимальный физиологический уровень поступления незаменимых аминокислот. При положительном азотистом балансе в периоды роста и развития организма, а также при интенсивных репаративных процессах, интенсивных тренировках потребность в белке на единицу массы тела выше, чем у взрослого здорового человека.

Усвояемость белка – показатель, характеризующий долю абсорбированного в организме азота от общего количества, потребленного с пищей.

Биологическая ценность – показатель качества белка, характеризующий степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма или для поддержания азотистого равновесия у взрослых. Физиологическая потребность в белке для взрослого населения – от 65 до 117 г/сут для мужчин и от 58 до 87 г/сут для женщин.

Качество белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении как между собой, так и с заменимыми аминокислотами. При окислении в организме 1 г белка дает 4 Ккал. В состав большинства белков входит 20 стандартных аминокислот в различных соотношениях [14].

Простые белки построены из остатков аминокислот и при гидролизе распадаются соответственно только на свободные аминокислоты.

Сложные белки – это двухкомпонентные белки, которые состоят из какого-либо простого белка и небелкового компонента, называемого простетической группой.

Элементный состав белков:

- углерод (C): 51–55%;
- кислород (O): 21,5–23,5%;
- азот (N): 16,6–18,4%;
- водород (H): 6,5–7,3%.

Некоторые белки содержат серу (S): 0,3–2,5%, например, метионин. Крайне мало в составе белков фосфора (P) и селена (Se).

Любой белок можно представить в виде:

- аминогруппы (NH₂);
- карбоксильной группы (COOH);
- радикала (R) R-CH(NH₂)-COOH.

Белки представляют собой сложные полипептиды, в которых отдельные аминокислоты связаны друг с другом пептидными связями, возникающими при взаимодействии α-карбоксильных COOH- и α-NH₂-групп аминокислот.

Классификация аминокислот

Незаменимые (8) – не могут самостоятельно синтезироваться в организме взрослого человека (метионин, лизин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин, валин). Для детей еще гистидин.

Заменимые (12) – синтезируются в организме взрослого человека (гистидин¹, глицин, аланин, серин, тирозин, цистеин, аргинин, аспарагин, глутамин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, пролин) [24].

Перечисленные аминокислоты присутствуют в разных количественных соотношениях и последовательностях в тысячах белков, хотя отдельные индивидуальные белки не содержат полного набора всех этих аминокислот. В некоторых белках обнаружены производные аминокислот: оксипролин, оксилизин, дийодтирозин, фосфосерин и фосфотреонин.

Даже при поступлении всех аминокислот с пищей организм может испытывать состояние белковой недостаточности, если всасывание какой-либо одной аминокислоты в кишечнике замедленно или если она разрушается в большей степени, чем в норме, под действием кишечной микрофлоры. В этих случаях будет происходить ограниченный синтез белка или организм будет компенсировать недостаток аминокислоты для биосинтеза белка за счет распада собственных белков. Степень усвоения белков и аминокислот пищи зависит также от количественного и качественного состава углеводов и липидов, которые резко сокращают энергетические потребности организма за счет белков. Экспериментальный и клинический материал свидетельствует, что диета с недостаточным содержанием жиров и низкокалорийная пища способствуют повышению экскреции аминокислот и продуктов их распада с мочой.

Имеются экспериментальные доказательства прямой и опосредованной связи белкового обмена с обеспеченностью организма витаминами, в частности В1, В2, В6, РР и др.

Аминокислоты, образующие белки

Незаменимые:

1. Валин.
2. Треонин.
3. Лизин.
4. Метионин.
5. Лейцин.
6. Изолейцин.
7. Фенилаланин.
8. Триптофан.

Условно-заменимые:

1. Гистидин.
2. Аргинин.

Заменимые:

1. Глицин.
2. Аланин.
3. Серин.
4. Тирозин.
5. Цистеин.
6. Аспарагин.
7. Глутамин.
8. Аспарагиновая кислота.
9. Глутаминовая кислота.
10. Пролин.

¹ Гистидин по некоторым исследованиям является незаменимой аминокислотой и для взрослых.

Белок животного происхождения. Источниками полноценного белка, содержащего полный набор незаменимых аминокислот в количестве, достаточном для биосинтеза белка в организме человека, являются продукты животного происхождения (молоко, молочные продукты, яйца, мясо и мясопродукты, рыба, морепродукты). Белки животного происхождения усваиваются организмом на 93–96%. Для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего их количества – 50%. Для детей рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения – 60%.

Таблица 4

Содержание белков в 100 г съедобной части продуктов

<i>Количество белка, г</i>	<i>Пищевые продукты</i>
Очень большое (более 15)	Сыры, творог нежирный, мясо животных и кур, большинство рыб, соя, горох, фасоль, орехи.
Большое (10–15)	Творог жирный, свинина, яйца, крупа гречневая, овсяная, пшено, мука пшеничная, макароны.
Умеренное (5–9,9)	Хлеб ржаной и пшеничный, крупа перловая, рис, зеленый горошек.
Малое (2–4,9)	Молоко, кефир, сливки, сметана, мороженое сливочное, шпинат, капуста цветная, картофель.
Очень малое (0,4–1,9)	Масло сливочное, почти все овощи, фрукты, ягоды, грибы.

Белок растительного происхождения. В белках растительного происхождения (злаковые, овощи, фрукты) имеется дефицит незаменимых аминокислот. В составе бобовых содержатся ингибиторы протеиназ, что снижает усвоение белка из них. Что касается изолятов и концентратов белков из бобовых, то их аминокислотный состав и усвоение близки к таковым у белка животного происхождения. Белок из продуктов растительного происхождения усваивается организмом на 62–80%. Белок из высших грибов усваивается на уровне 20–40% [10, 12].

Пищеварение белков

В отличие от углеводов, белки не перевариваются во рту, а начинают перевариваться в желудке.

Структуру белка разделяют на:

- первичную;
- вторичную;
- третичную;
- четвертичную.

Первичная структура – это полипептидная нить, вторичная – полипептидная нить в структуре спирали, третичная – это полипептидная нить, свернутая в плотный клубок (глобулы), а четвертичная это комплекс, состоящий из нескольких третичных структур.

Разные структуры белка могут иметь разные пространственные организации: глобулы, спирали, складчатые структуры, тройные спирали и т.д.

Практически все белки в природе имеют определенную структуру, значительная часть пептидных связей в которой недоступна для протеолитического гидролиза (расщепления пептидных связей, которые удерживают аминокислоты в составе белка) [8].

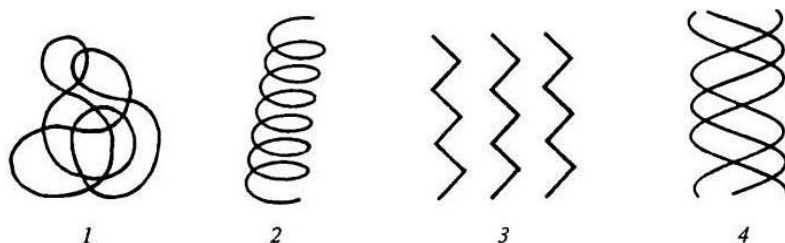


Рисунок 1 – Структура белка:

1 – глобулярный белок, 2–4 – фибриллярные белки,
2 – α -спираль, 3 – складчатый слой, 4 – тройная спираль

Для решения этой проблемы необходима предварительная денатурация белка или его своеобразная «подготовка».

Денатурация осуществляется в желудке под действием секретируемой соляной кислоты, pH которой равен приблизительно 2,0 (значение pH в желудке может варьироваться 1–4, понижаясь при поступлении пищи, что является оптимальным для работы пищеварительных ферментов). В такой среде разрываются слабые водородные связи, стабилизирующие белковую глобулу, третичная структура белка разрушается, молекула белка разворачивается и становится возможным ферментативный гидролиз пептидных связей. В то же время кислота выполняет защитную функцию, убивая многие бактерии. Соляная кислота активирует основной протеолитический фермент желудка – *пепсин*.



Рисунок 2 – Денатурация и ренативация белка (по Северину)

Большинство ферментов секретируются в неактивной форме, предотвращая тем самым повреждение самих клеток, а далее под действием кислотной среды они превращаются в активные формы. Например, основной фермент желудка пепсин, секретируется в виде неактивной формы – пепсиноген. Также наряду с пепсином, в желудке вырабатываются и другие протеолитические ферменты (гастринсин, парапепсин, химозин), которые осуществляют свой вклад в расщеплении белка. Представленные ферменты имеют разную активность, в зависимости от pH среды. Ферменты желудка разрушают белки на малые пептиды и полипептиды.

Пищеварение (расщепление и укорачивание длины полипептидных цепей) продолжается в 12-ти перстной кишке и верхней части тонкого кишечника.

В тонком кишечнике начинают действовать ферменты поджелудочной железы, которые также вырабатываются в неактивной форме и активируются сразу, как достигают кишечника. Это ферменты: *трипсин* и *химотрипсин*.

Они расщепляют пептидную связь на еще более мелкие пептиды.

Дополнительными ферментами тонкого кишечника являются: *карбоксипептидаза* и *аминопептидаза*. Они отщепляют отдельные аминокислоты с обоих концов пептида, тем самым получают отдельные аминокислоты, которые далее абсорбируются в кровоток [2, 11].

Указанные ферменты вырабатываются в неактивной форме, в виде проферментов, и их превращение в активные ферменты происходит в тонкой кишке, куда они поступают с панкреатическим соком.

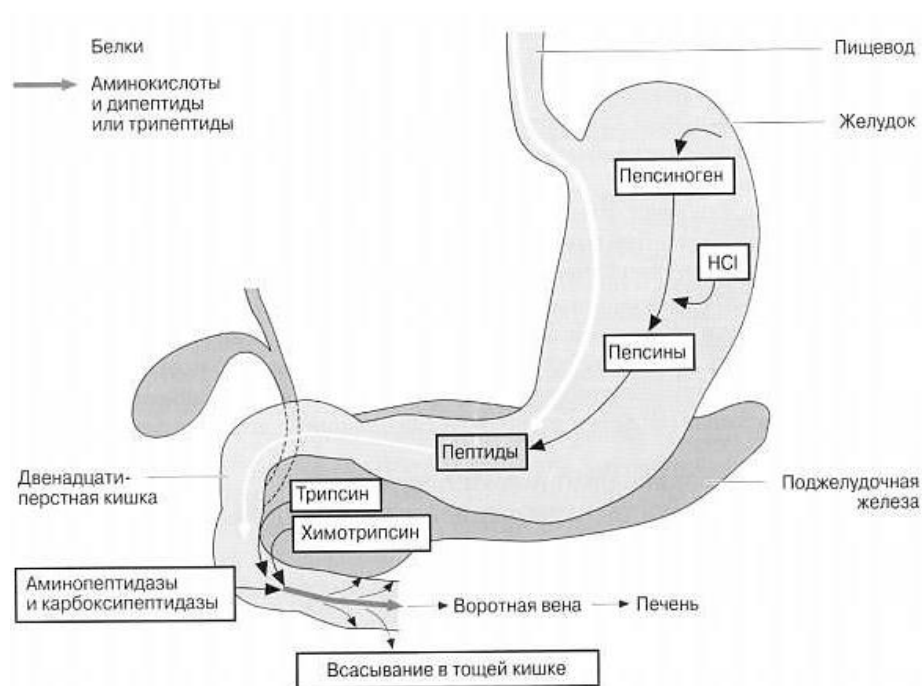


Рисунок 3 – Схема переваривания белков (по Вымятниной)

Образовавшиеся при переваривании белков аминокислоты всасываются в кишечнике и транспортируются через воротную систему печени или через кровь в грудной лимфатический проток по лимфатическим сосудам. Для всасывания аминокислот в кишечнике, то есть для переноса через кишечную стенку от поверхности слизистой до кровеносного сосуда, необходимо затратить энергию (активный транспорт с участием Na^+).

Пищеварение в норме должно практически полностью завершиться ко времени прохождения до нижней части тонкого кишечника.

Около 5% белков потребленных белков покидает организм непереваarenными.

Пути метаболизма белков

1. Аминокислотный пул

Пул (от англ. – объединение/объем) аминокислот – это некое объединение молекул аминокислот, расположенный в определенных тканях человека.

После абсорбции в кровь тех аминокислот, которые были получены путем расщепления белка в процессах пищеварения, в крови образуется определенная концентрация аминокислот, которая называется плазматическим аминокислотным пулом – определенное количество заменимых и незаменимых аминокислот.

Пул аминокислот крови или плазматический пул аминокислот в организме человека составляет порядка 100 г.



Рисунок 4 – Схема метаболизма белка

Аминокислоты могут быть использованы для производства некоторых важных для жизнедеятельности веществ:

- 1) ферменты;
- 2) гормоны;
- 3) нейротрансмиттеры;
- 4) антитела;
- 5) транспортные белки;
- 6) мышечные белки.

Некоторое количество аминокислот может быть превращено в небелковые вещества, что происходит преимущественно в период голодания или снижения поступления питательных веществ, а также при существенном избытке аминокислот.

2. Катаболизм аминокислот

Аминокислоты постоянно используются организмом, именно поэтому для нормального функционирования всех систем необходимо постоянное наличие белка в рационе, в особенности незаменимых аминокислот в должном соотношении.

3 варианта развития событий с аминокислотами:

1. Могут участвовать в синтезе белка.
2. Могут быть разрушены до небелковых веществ (пример: глюконеогенез).
3. Могут быть использованы в качестве топлива для ресинтеза АТФ.

После абсорбции аминокислот в кровь, они начинают накапливаться в мышцах. Часть этих аминокислот разрушаются, а в процессе разрушения из аминокислот удаляется азот и остается отдельная углеводородная цепь – углеводный скелет. Он может быть использован для энергетических нужд локально, либо может быть отправлен в печень.

Аминокислоты могут разрушаться 3 путями:

1. Декарбоксилирование.
2. Дезаминирование.
3. Трансаминирование (переаминирование).

Биологическое значение реакций декарбоксилирования аминокислот:

1. Реакции необратимы – приводят к необратимому распаду аминокислот.
2. Образуется значительное количество CO_2 – конечного продукта метаболизма, который выводится из организма.
3. Образуются амины, которые обладают высокой биологической активностью. Поэтому такие амины называют биологически активными или биогенными аминами. Они являются медиаторами, с помощью которых сигнал передается от одной клетки к другой и от одной молекулы к другой [5, 6].

Дезаминирование – азотистые группы при соединении с аминокислотами образуют формы NH_2 или NH_3 – амины.

При дезаминировании амины удаляются из аминокислот.

После удаления аминов из аминокислот образуются аммиак (NH_3) и углеродный скелет (альфа-кетокислота). Аммиак очень токсичен, но соединяясь с CO_2 он образует **мочевину** – безопасное водорастворимое соединение, которое удаляется из организма с мочой. В печени весь удаляемый аммиак используется для синтеза мочевины. Увеличение синтеза мочевины наблюдается при распаде тканевых белков и азотистых соединений (голодание, воспалительные процессы, сахарный диабет) или при избыточном белковом питании [13, 18].

Оставшийся после дезаминирования углеродный скелет или альфа-кетокислота может быть превращена в следующее:

- 1) глюкозу;
- 2) кетоновые тела;
- 3) холестерин;
- 4) жирные кислоты;
- 5) промежуточные метаболиты цикла Кребса.

Биологическое значение реакций дезаминирования

1. Реакции дезаминирования необратимы, как и реакции декарбоксилирования – дезаминирование тоже может играть роль первого этапа на путях распада аминокислот.

2. Один из непосредственных продуктов дезаминирования, конечный продукт метаболизма – аммиак. Это токсическое вещество. Поэтому клетки должны затрачивать энергию, чтобы обезвредить аммиак до безвредных продуктов, которые выводятся из организма.

3. Другой продукт реакции дезаминирования – альфа-кетокислота.

Трансаминирование – эта реакция заключается в том, что аминокислота и кетокислота обмениваются друг с другом своими функциональными группами при альфа-углеродном атоме. В результате, вступившая в реакцию аминокислота, превращается в соответствующую альфа-кетокислоту, а кетокислота становится аминокислотой.

Биологическая роль реакций трансаминирования

Обеспечивает синтез новых аминокислот из числа заменимых. Из заменимых аминокислот также могут образоваться необходимые клетке кетокислоты.

Эта функция позволяет регулировать содержание различных аминокислот в клетках организма (корректировка аминокислотного состава клеток).

При должном белковом питании, через процесс пищеварения организм получает отдельные аминокислоты, которые могут храниться как в мышечных клетках, так и непосредственно в плазме крови. Однако, в организме белковые структуры постоянно распадаются, что требует материал для их обновления. Кроме того, часть аминокислот может быть превращена в небелковые вещества через процессы декарбоксилирования, дезаминирования и трансаминирования, а также в другие аминокислоты (заменяемые). В связи с тем, что белок выполняет невероятное количество функций в организме (ферментную, гормональную, строительную, иммунную, функцию регулирования жидкости в организме и прочие) это накладывает определенное обязательство его должного потребления ежедневно, для того, чтобы организм мог функционировать правильно.

Жиры

Жиры (липиды) – сложные эфиры глицерина и высших жирных карбоновых кислот, являются важнейшими источниками энергии. До 95% всех липидов – простые нейтральные липиды (глицериды).

Как правило, жиры подразделяют на *нейтральные* (триглицериды – 95% от всего потребления жиров в рационе) и *жироподобные* вещества (фосфолипиды, стерины) [77].

Нейтральные жиры состоят, из трехатомного спирта глицерина $(\text{CH}_2\text{OH})_3$ и жирных кислот $(\text{R}-\text{COOH})$:

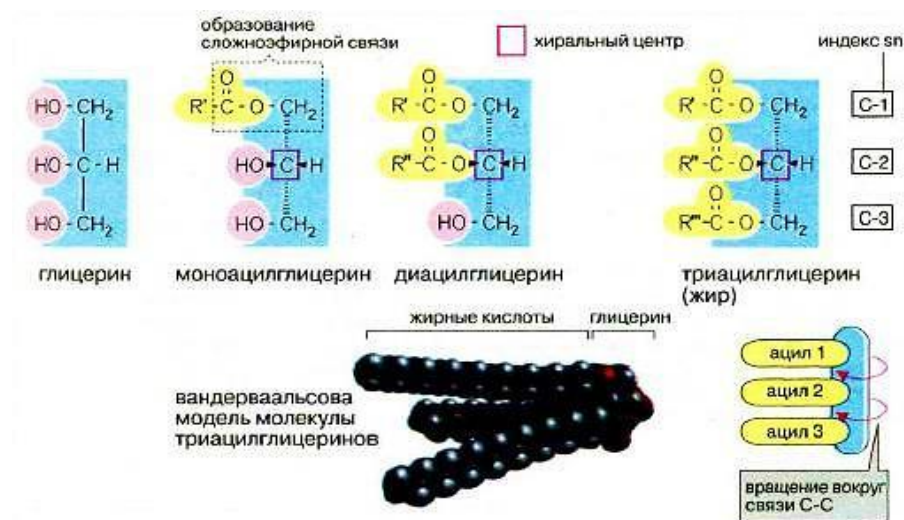


Рисунок 5 – Структура жиров (по Kolman)

В свою очередь жирные кислоты разделяются на насыщенные и ненасыщенные (мононенасыщенные и полиненасыщенные) кислоты. **Насыщенность жира** определяется количеством атомов водорода, которое содержит каждая жирная кислота. Жирные кислоты со средней длиной цепи (C8-C14) способны усваиваться в пищеварительном тракте без участия желчных кислот и панкреатической липазы, не депонируются в печени и подвергаются окислению. Животные жиры могут содержать насыщенные жирные кислоты с длиной цепи до двадцати и более атомов углерода, они имеют твердую консистенцию и высокую температуру плавления. К таким животным жирам относятся бараний, говяжий, свиной и ряд других. Потребление насыщенных жирных кислот для взрослых и детей должно составлять не более 10% от калорийности суточного рациона.

Высокое потребление насыщенных жирных кислот является важнейшим фактором риска развития диабета, ожирения, сердечно-сосудистых и других заболеваний.

По насыщенности жиры разделяют на твердые и жидкие.

В твердых жирах (масло, сало и другие – твердые при 20°C) содержатся насыщенные жиры (жиры животных, птиц) – исключение рыбий жир, тогда как в жидких преобладают ненасыщенные жирные кислоты (растительные масла – жидкие при 20°C) – исключение пальмовое масло.

В зависимости от содержания насыщенных жирных кислот и длины их цепи меняется температура плавления жира, скорость переваривания, усвояемость [19].

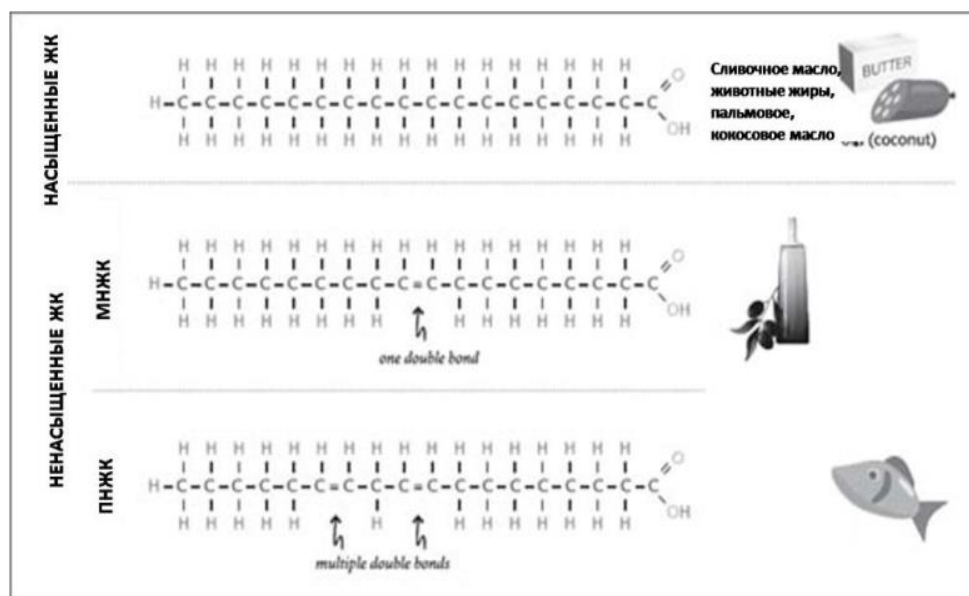


Рисунок 6 – Отличие насыщенных жирных кислот от ненасыщенных

Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК). К мононенасыщенным жирным кислотам относятся миристиолеиновая и пальмитолеиновая кислоты (жиры рыб и морских млекопитающих), олеиновая (оливковое, сафлоровое, кунжутное, рапсовое масла). Мононенасыщенные жирные кислоты помимо их поступления с пищей в организме синтезируются из насыщенных жирных кислот и частично из углеводов. Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах для взрослых должна составлять 10% от калорийности суточного рациона [10].

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Жирные кислоты с двумя и более двойными связями между углеродными атомами называются полиненасыщенными (ПНЖК). Особое значение для организма человека имеют такие **ПНЖК как линолевая, линоленовая**, являющиеся структурными элементами клеточных мембран. ПНЖК являются предшественниками образующихся из них биорегуляторов – эйкозаноидов. Физиологическая потребность в ПНЖК – для взрослых **6–10%** от калорийности суточного рациона [19].

Омега-6 и Омега-3. ПНЖК. Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств -6 и -3. Жирные кислоты -6 содержатся практически во всех растительных маслах и орехах; -3 жирные кислоты также содержатся в ряде масел (льняном, из семян крестоцветных, соевом). Основным пищевым источником -3 жирных кислот являются жирные сорта рыб и некоторые морепродукты. Из ПНЖК-6 особое место занимает линолевая кислота, которая является предшественником наиболее физиологически активной кислоты этого семейства – арахидоновой. Арахидоновая кислота является преобладающим представителем ПНЖК в организме человека.

Таблица 5

Классификация жиров и их основные источники (по Денисенко Л.Э.)

Насыщенные жиры	Ненасыщенные жиры		
	Мононенасыщенные	Полиненасыщенные	
	Омега-9	Омега-3	Омега-6
Сливочное масло и молочные жиры	Оливковое масло	Жирные сорта рыб и рыбий жир	Подсолнечное масло
Мясо, сало и др. животные жиры	Арахисовое масло	Льняное масло	Кукурузное масло
Пальмовое масло	Авокадо	Рапсовое масло	Орехи и семена
Кокосовое масло	Маслины	Масло грецкого ореха	Хлопковое масло
Масло из какао-бобов	Мясо птицы	Масло зародышей пшеницы	Соевое масло

Физиологическая потребность для взрослых составляет 5–8% от калорийности суточного рациона для -6 и 1–2% – для -3. Оптимальное соотношение в суточном рационе -6 к -3 жирных кислот должно составлять до 8:1.

Таблица 6

Содержание жиров в 100 г съедобной части продуктов (по Смоленскому)

<i>Количество жира, г</i>	<i>Пищевые продукты</i>
Очень большое (более 80)	Масло (растительное, топленое, сливочное), маргарин, жиры кулинарные, шпик свиной.
Большое (20–40)	Сливки и сметана (20% и более), сыр, свинина, утка, гусь, колбасы полукопченые и вареные, сосиски молочные, шпроты (консервы), шоколад, пирожные, халва.
Умеренное (10–19)	Творог жирный, мороженое сливочное, яйца, баранина, говядина, куры 1 категории, сардельки говяжьи, семга, осетр, сайра, сельдь жирная, икра.
Малое (3–9)	Молоко, кефир жирный, творог полужирный, мороженое молочное, баранина, говядина, куры 2 категории, скумбрия, ставрида, сельдь нежирная, горбуша, килька, паста «Океан», сдоба.
Очень малое (менее 3)	Творог обезжиренный, молоко белковое, судак, треска, хек, щука, фасоль, крупы, хлеб.

Таблица 7

Содержание холестерина в 100 г съедобной части продуктов (по Смоленскому)

<i>Продукты</i>	<i>Холестерин, мг</i>
Молоко, кефир жирный	10
Сливки 10%/20% жирности	30/80
Сметана 30% жирности	130
Творог жирный	60
Мороженое сливочное	50
Сыр голландский	510
Яйца куриные/перепелиные	570/600
Яичный желток	1480
Говядина, баранина, свинина	70
Мясо кролика	40
Конина	50
Печень говяжья	270
Почки говяжьи	300
Язык говяжий	150
Мозги	2000
Колбасы, вареные и сырокопченые	70
Жир говяжий, бараний, свиной	105
Цыплята-бройлеры	30
Куры 1 категории/2 категории	80/40
Треска	30
Щука	50
Минтай	110
Хек серебристый	140
Сайра, сельдь	210
Камбала	240
Карп, скумбрия	280
Севрюга	300

**Пищевые жиры и холестерин, влияющие на риск развития ишемической болезни сердца
(по Шарманову, 2012)**

Пищевой жир	Основные пищевые источники	Эффекты
НЖК	Сливочное и кокосовое масла, сыр, мясо, сосиски, колбасы.	Ассоциируются с высоким уровнем ХС ЛПНП и общего холестерина крови. Повышают риск тромбоза.
ПНЖК: Ω-3 Ω-6	Подсолнечное масло, жир морских рыб.	Снижает уровень общего ХС и ХС ЛПНП, но в больших количествах могут также снизить уровень ХС ЛПВП. Могут повысить уровень ХС ЛПВП. Оказывают антитромбический и антиаритмический эффекты.
МНЖК	Оливковое масло, рапсовое масло.	Снижают уровни ХС ЛПНП. Повышают уровень ХС ЛПВП.
Трансизомеры жирных кислот	Гидрогенизированные жиры маргаринов, бисквитов, кексов.	По-видимому, повышают уровень общего ХС и ХС ЛПНП, снижают уровень ХС ЛПВП.
Общий жир		Нет строгой ассоциации с уровнем ХС, но влияют на другие факторы риска, такие как ожирение и активация VII фактора свертывания крови.
Пищевой ХС	Яйца, мясо, масло, молоко.	Повышает уровень в крови ХС, усиливает атерогенное влияние НЖК. Эффект менее выражен, если диета с низким содержанием жира.

Сокращения, приведенные в таблице:

НЖК – насыщенные жирные кислоты; *ПНЖК* – полиненасыщенные жирные кислоты; *МНЖК* – моновенасыщенные жирные кислоты; *ХС* – холестерин; *ЛПНП* – липопротеиды низкой плотности; *ЛПВП* – липопротеиды высокой плотности.

Транс-жиры. Гидрирование превращает ненасыщенные жирные кислоты (растительные масла) в насыщенные, тем самым они становятся более устойчивыми к порче. Этот процесс переводит *ЦИС* положение молекулы в *ТРАНС* положение (более линейная без изгиба). Понятие «транс» относится к жирным кислотам, а не к жирам, а выражение «транс-жиры» появилось вследствие упрощения.

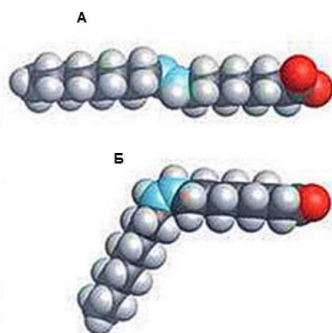


Рисунок 7 – Изомерия ЖК: *А* – транс-изомер, *Б* – цис-изомер

По данным нескольких эпидемиологических исследований избыточное потребление (более 10% от суточной калорийности потребляемых жиров) источников транс-жирных кислот четко коррелируются с ростом числа сердечно-сосудистых заболеваний.

Пищеварение жиров. С пищей в организм человека поступают пищевые липиды, среди которых выделяются жиры, являющиеся триацилглицеролами (ТАГ) или по-другому триглицеридами, масла, содержащие жирные кислоты, жирорастворимые витамины А, D, Е, К. Переваривание пищевых липидов происходит в основном в тонком кишечнике. Поскольку липиды нерастворимы в воде, то их ферментативный гидролиз (расщепление) может происходить только на разделе фаз вода-жир. Для этого жиры предварительно подвергаются эмульгированию.

Слюна не содержит расщепляющих жиры ферментов, таким образом, в полости рта у взрослых жиры не подвергаются никаким изменениям. В слизистой оболочке корня языка и примыкающей к нему области глотки у детей грудного возраста расположены экзокринные железы, секрет которых содержит липазу. Секреция этих желез стимулируется при раздражении механорецепторов во время сосательных и глотательных движений при естественном кормлении грудью. Липаза полости рта называется лингвальной липазой. Поскольку грудное молоко, содержащее жиры, смешанные с водой (эмульгированные), быстро проглатывается ребенком, действие лингвальной липазы проявляется только в желудке. Оптимальной средой для максимального действия лингвальной липазы является среда с кислотностью приблизительно равной кислотности желудочного сока грудных детей (рН 4,0–5,0). Лингвальная липаза лучше всего расщепляет триацилглицеролы (триглицериды). Кроме того, в желудке детей грудного и младшего возраста вырабатывается желудочная липаза, активная при нейтральном значении рН. Она гидролизует (гидролиз-разложение) жиры, отщепляя жирные кислоты у первого атома углерода глицерина. Водорастворимые жирные кислоты с короткой цепью всасываются частично в желудке. Остальные жирные кислоты всасываются в тонком кишечнике. С переменой характера питания, при взрослении и переходе от питания детей грудным молоком к питанию пищей взрослых, необходимость в лингвальной липазе уменьшается. Железы полости рта снижают количество секретируемой лингвальной липазы, и ее значимость в переваривании жиров уменьшается. У взрослых секреция лингвальной липазы незначительна. Поскольку у детей грудного возраста основным источником энергии являются жиры, нарушения переваривания и всасывания жиров у них более опасно, чем у взрослых, у которых основным источником энергии служат углеводы [23, 24].

У взрослых людей жиры проходят через желудок также без особых изменений. В желудочном соке содержится липаза, получившая название желудочной, однако роль ее в гидролизе пищевых триглицеридов у взрослых людей незначительна по ряду причин:

- 1) в желудочном соке взрослого человека и других млекопитающих содержание липазы крайне низкое;
- 2) рН желудочного сока (рН 1,5) далек от оптимума действия этого фермента (оптимальное значение рН для желудочной липазы 5,5–7,5);
- 3) в желудке отсутствуют условия для эмульгирования триглицеридов, а липаза может активно действовать только на триглицериды, находящиеся в форме эмульсии.

Расщепление триглицеридов в желудке взрослого человека невелико, но оно облегчает последующее переваривание их в кишечнике. Даже небольшое по объему расщепление триглицеридов в желудке приводит к появлению свободных жирных

кислот, которые, не подвергаясь всасыванию в желудке, поступают в кишечник и способствуют там эмульгированию жиров, облегчая воздействие на них липазы панкреатического сока [12].

Под воздействием липазы триацилглицериды расщепляются в кишечнике на свободные жирные кислоты и моноацилглицерины, которые затем из мицелл проникают в энтероциты. Короткоцепочечные жирные кислоты выделяются в кровь непосредственно после абсорбции. Триацилглицериды, ресинтезированные в клетке из длинноцепочечных жирных кислот и моноацилглицеридов, прикрепляются к белковой оболочке в виде хиломикронов, которые в процессе экзоцитоза проникают через базолатеральную мембрану и попадают в лимфу кишечника.

В процессе липолиза размеры капель эмульсии жира уменьшаются. Образуются маленькие мультиламеллярные капли, которые способны всасываться мембраной щеточной каймы. Это объясняет наблюдения, согласно которым 30% пищевых жиров может всасываться даже при отсутствии желчных кислот.

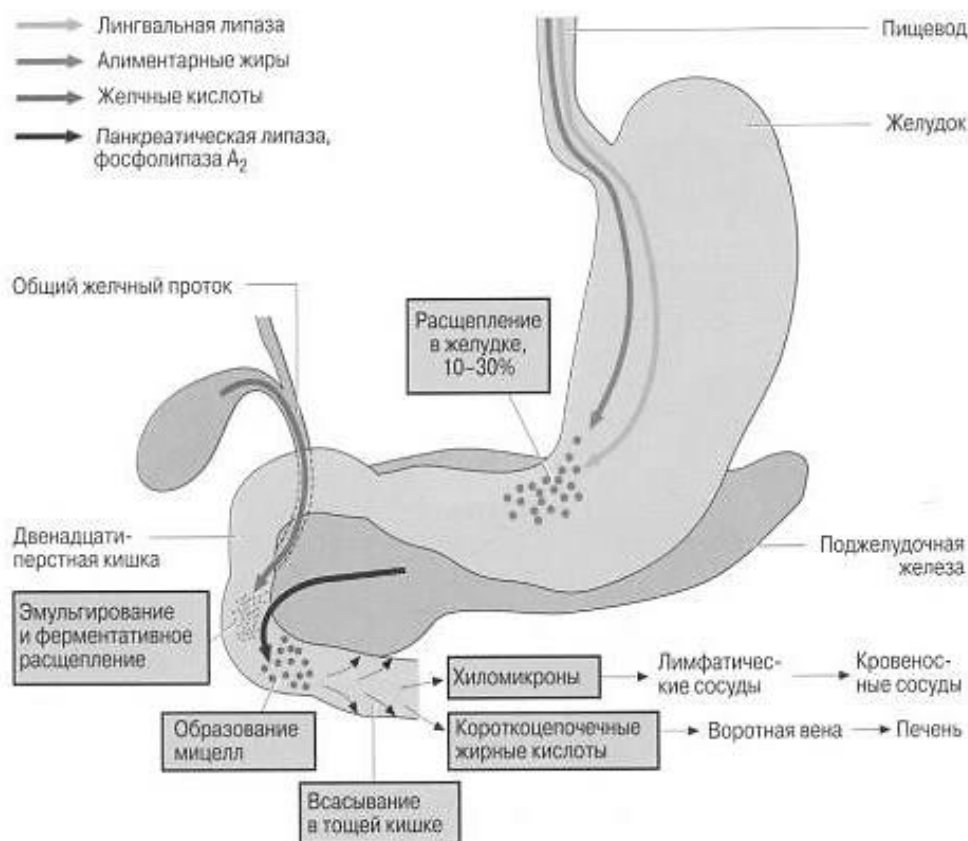


Рисунок 8 – Схема переваривания жиров

Желчные кислоты. Они являются производными холановой кислоты, синтезируются в печени из холестерина и секретируются в желчный пузырь. Желчные кислоты разделяются на первичные и вторичные.

Первичные и вторичные желчные кислоты всасываются в подвздошной кишке, и почти все они после поступления в кишечник возвращаются в печень через систему воротной вены, а далее снова поступают в желчный пузырь. Подобная энтерогепатическая циркуляция в организме здорового человека совершается 2–6 раз в сутки в зависимости от режима питания. Небольшая часть солей желчных кислот не абсорбируется и выводится из организма с фекалиями. Для восполнения потерянных желчных кислот в печени постоянно протекает синтез желчных кислот из холестерина в количествах, эквивалентных выведенным, поэтому пул желчных кислот является постоянной величиной. Желчные кислоты в организме человека выполняют различные функции, основные из них – участие во всасывании жиров из кишечника, регуляция синтеза холестерина и регуляция желчеобразования и желчевыделения.

Эмульгирование жира. В желчи, кроме желчных кислот, содержатся в небольшом количестве холестерин и фосфолипиды. После приема жирной пищи содержимое желчного пузыря поступает в просвет двенадцатиперстной кишки и желчные кислоты обволакивают капли жира, образуя тончайшую пленку, препятствующую слиянию мельчайших капелек жира в более крупные. При этом происходит резкое снижение поверхностного натяжения на границе двух фаз: воды и жира, что приводит к образованию эмульсии с размерами частиц 300–1000 мкм и мицеллярного раствора с размерами частиц 3–30 мкм. Образование мицеллярных растворов облегчает действие панкреатической липазы, которая при воздействии на жиры расщепляет их на глицерин, легко всасывающийся кишечной стенкой, и жирные кислоты, нерастворимые в воде. Небольшое количество свободных жирных кислот, образовавшихся в желудке под действием липазы, образует соли жирных кислот. Они также являются активным эмульгатором жиров. Наиболее эффективное эмульгирование жиров происходит при комбинированном действии на капельки жира трех веществ: солей желчных кислот, ненасыщенных жирных кислот и моноацилглицеролов.

Желчные кислоты, соединяясь с жирными кислотами, образуют холеиновые кислоты, хорошо растворимые в воде и поэтому легко всасывающиеся кишечными ворсинками в верхних отделах тонкой кишки. Холеиновые кислоты в виде мицелл попадают из просвета подвздошной кишки внутрь клеток, сравнительно легко проходя через мембраны клеток. В клетке связь желчных и жирных кислот распадается, желчные кислоты поступают через портальную вену в кровь и печень, а жирные кислоты накапливаются внутри цитоплазмы клеток [21].

Гормоны, активирующие переваривание жиров. Переваривание жиров активируется холецистокинином и секретинном. Холецистокинин секретируется эпителиальными клетками тонкого кишечника, стимулирует сокращение желчного пузыря. Действуя на экзокринные клетки поджелудочной железы, вызывает секрецию пищеварительных ферментов, в том числе панкреатической липазы. Секретин действует на другие эпителиальные клетки тонкого кишечника, вызывая секрецию бикарбонатов в сок поджелудочной железы для нейтрализации кислого содержимого, поступающего из желудка.

Панкреатическая липаза. Переваривание жиров осуществляется после нейтрализации кислого содержимого, поступившего из желудка бикарбонатом, секретируемым в сок поджелудочной железы. При нейтрализации бикарбонаты разлагаются с образованием пузырьков углекислого газа. Углекислый газ также способствует перемешиванию пищи в тонкой кишке.

Гидролиз фосфолипидов. Небольшая часть пищевых липидов (~10%) представлена фосфолипидами и эфирами холестерина. В переваривании фосфолипидов участвуют несколько фосфолипаз, синтезируемых в поджелудочной железе: A1, A2, C, D.

Всасывание пищевых липидов происходит в проксимальной части тонкой кишки. Тонко эмульгированные жиры (величина жировых капель эмульсии не должна превышать 0,5 мкм) частично могут всасываться через стенки кишечника без предварительного гидролиза. Жирные кислоты с короткой углеводородной цепью (менее 10 атомов углерода) и глицерин, хорошо растворимые в воде, свободно всасываются в кишечнике и поступают в кровь воротной вены, оттуда в печень, минуя какие-либо превращения в кишечной стенке. Основная же часть жира всасывается лишь после расщепления его панкреатической липазой на жирные кислоты, моноглицериды и глицерин.

Жирные кислоты с длинной углеводородной цепью и некоторые другие липидные соединения соли желчных кислот и холестерин образуют устойчивые в водной среде мицеллы. В результате диффузии липидные компоненты мицелл проникают в эпителиальные клетки ворсинок кишечника, вместе с ними через мембраны эпителиальных клеток переносятся жирорастворимые витамины A, D, E, K и соли желчных кислот. Желчные кислоты сразу поступают в ток крови и через систему воротной вены попадают сначала в печень, а оттуда вновь в желчь. В эпителиальных клетках происходит ресинтез триглицеридов и ресинтез фосфолипидов [21].

Липопротеины. Поскольку липиды являются водонерастворимыми веществами, для их транспорта кровью к тканям используются комплексы липидов с белками липопротеины. В организме синтезируется несколько типов липопротеинов: хиломикроны (ХМ), липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП), липопротеины промежуточной плотности (ЛППП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины высокой плотности (ЛПВП). Они отличаются своим составом, плотностью, диаметром частиц, местом образования и функциями. Перечисленные характеристики различных типов липопротеинов приведены в таблице. У разных липопротеинов наблюдается различное соотношение липидов и белка в составе частицы, поэтому различна и плотность. Липопротеины разделяют методом ультрацентрифугирования по плотности и методом электрофореза. Липопротеины хорошо растворимы в воде, легко проникают через стенки капилляров кровеносных сосудов и доставляют липиды к тканям [27].

Апопротеины: В-48 – основной белок ХМ, В-100 – основной белок ЛПОНП, ЛПНП, ЛППП, взаимодействует с рецепторами ЛПНП; С-II – активатор липопротеинлипазы (ЛПЛ – липазы), переносится с ЛПВП на ХМ и ЛПОНП в крови; Е – участвует в связывании липопротеинов с рецепторами ЛПНП и другими рецепторами, А-I – активатор лецитинхолестеринацилтрансферазы (ЛХАТ).

Липопротеины-транспортные формы липидов (по Тимохиной)

	Хило-микроны	ЛПОНП	ЛППП	ЛПНП	ЛПВП
Состав, %					
Белки	2	10	11	22	50
ФЛ	3	18	23	21	27
ХС	2	7	8	8	4
ЭХС	3	10	30	42	16
ТАГ	85	55	26	7	3
Функции	Транспорт липидов из клеток кишечника (экзогенных липидов)	Транспорт липидов, синтезируемых в печени (эндогенных липидов)	Промежуточная форма превращения ЛПОНП в ЛПНП под действием фермента ЛП – липазы	Транспорт холестерина в ткани	Удаление избытка холестерина из клеток и других липопротеинов. Донор апопротеинов А, С-II
Место образования	Эпителий тонкого кишечника	Клетки печени	Кровь	Кровь (из ЛПОНП и ЛППП)	Клетки печени – ЛПВП – предшественники
Диаметр частиц, нм.	Больше 120	30–100	23–30	20–25	7–15

Примечание: ФЛ – фосфолипиды, ХС – холестерин, ЭХС – эфиры холестерина, ТАГ – триацилглицериды.

Липопротеины отличаются по своей функции.

1. Хиломикроны (ХМ) образуются в клетках кишечника, их функция: перенос экзогенного жира из кишечника в ткани (в основном – в жировую ткань), а также транспорт экзогенного холестерина из кишечника в печень.

Из-за больших размеров частиц ХМ не способны проникать из эндотелиальных клеток кишечника в кровеносные капилляры и диффундируют в лимфатическую систему кишечника, а из нее – в грудной лимфатический проток, из которого ХМ попадают в кровяное русло, где осуществляют транспорт ТАГ, холестерина и частично фосфолипидов из кишечника через лимфатическую систему в кровь.

Через 1–2 ч после приема пищи, содержащей жиры, повышается концентрация ТАГ в крови и появляются в кровеносном русле ХМ. Через 10–12 ч после приема пищи содержание ТАГ возвращается к нормальным величинам, а ХМ полностью исчезают из крови. Известно, что печень и жировая ткань играют наиболее существенную роль в дальнейшей судьбе ХМ. Последние диффундируют из плазмы крови в межклеточные пространства печени. Гидролиз триглицеридов ХМ происходит как внутри печеночных клеток, так и на поверхности. ХМ не способны (из-за своих размеров) проникать в клетки жировой ткани, триглицериды ХМ подвергаются гидролизу на поверхности эндотелия капилляров жировой ткани.

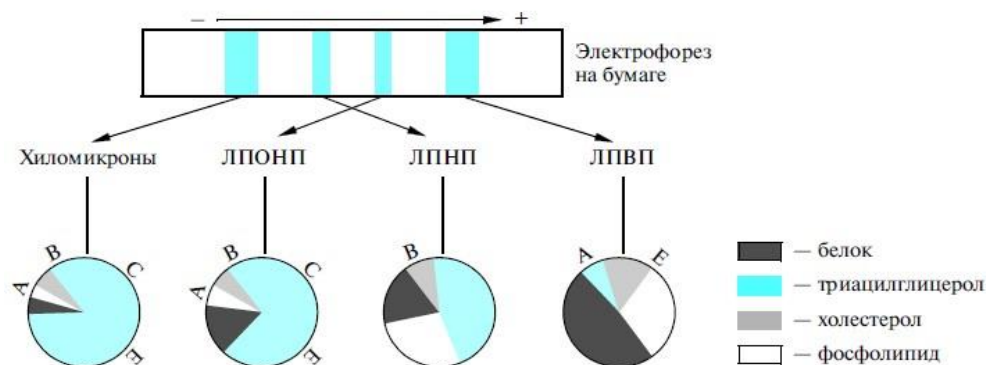


Рисунок 9 – Состав и электрофоретическая характеристика липопротеинов крови (по Комову, 2008) А, В, С, Е – апобелки липопротеинов

2. Липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП) образуются в печени, их роль: транспорт эндогенного жира, синтезированного в печени из углеводов, в жировую ткань.

3. Липопротеины низкой плотности (ЛПНП) образуются в кровеносном русле из ЛОНП через стадию образования липопротеинов промежуточной плотности (ЛППП). Их роль: транспорт эндогенного холестерина в ткани.

4. Липопротеины высокой плотности (ЛПВП) образуются в печени, основная роль транспорт холестерина из тканей в печень, т.е. удаление холестерина из тканей, а далее холестерин выводится с желчью.

Абсорбтивный период (период после приема пищи). После приема пищи, в крови постепенно увеличиваются хиломикроны, которые начинают захватываться ферментом, прикрепленным к стенке капилляров, сопряженных с клеткой – *липопротеинлипаза* (ЛПЛ).

Ткани могут использовать жир в качестве топлива (например, мышцы) или для того, чтобы его запасти (жировая ткань). В зависимости от степени активности тканей, ЛПЛ может быть активна в мышечной ткани (во время работы или в период восстановления запасов после работы), а так же может быть активна в жировой ткани (при низкой активности большая часть хиломикрон и свободных жирных кислот отправляются на хранение в жировое депо).

ЛПЛ гидролизует триглицериды в хиломикроне – с получением частицы, лишенной триглицеридов – остаток хиломикрона.

Холестерин тоже превращается в хиломикрон, но не используется и не переносится в мышечную ткань, а остается в форме остатка хиломикрона и отправляется в печень.

Период голода. Жировая ткань начинает выделять жирные кислоты в кровь, где они используются в качестве энергии в мышечной ткани и в клетках органов. Также жирные кислоты отправляются в печень, где из них образуются триглицериды. В печени жирные кислоты могут экспортироваться в виде *липопротеинов очень низкой плотности* (ЛПОНП). Эта частица очень похожа на хиломикрон и содержит триглицериды и холестерин. Назначение данной частицы схоже с хиломикроном.

Под действием ЛПЛ у частицы могут быть изъятые жирные кислоты, которые отправляются в клетку в качестве топлива или на хранение. После этого ЛПОНП превращается в *липопротеин низкой плотности* (ЛПНП).

Молекула ЛПНП очень важна для работы организма, но одновременно с этим несет в себе риски развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).

ЛПНП служит транспортом холестерина из печени к нуждающимся тканям. Некоторым тканям нужен холестерин для включения в мембраны клеток. Включение холестерина в состав клеточной мембраны происходит благодаря рецептору (LDL-рецептор – Нобелевская премия 1985 года).

Если рецептор LDL в клетке дефектный, то клетка не может правильно использовать холестерин, и он остается в крови. Люди, имеющие такое нарушение имеют повышенный холестерин и высокий риск развития преждевременных ССЗ.

У людей с правильно работающим рецептором клетки эффективно поглощают холестерин, снижая тем самым его концентрацию в крови. Такие люди практически не имеют ССЗ.

Пути метаболизма жиров



Рисунок 10 – Схема метаболизма жиров

1. Мобилизация триглицеридов и жирных кислот. Триглицериды могут храниться в печени, мышцах, адипоцитах (жировых клетках). Процесс мобилизации называется липолиз, преобладает в периоды сниженной калорийности питания относительно энергозатрат. Происходит под действием гормон-чувствительной липазы, которая разрушает триглицерид на три жирных кислоты и молекулу глицерина. Глицерин может использоваться в качестве энергии сразу через процесс гликолиз, а жиры должны пройти сначала процесс бета-окисления. Глицерин как водорастворимое вещество транспортируется кровью в свободном виде, а жирные кислоты (гидрофобные молекулы) в комплексе с белком плазмы – альбумином.

Жиры образуют в адипоцитах жировые вакуоли. Жировые вакуоли иногда заполняют значительную часть цитоплазмы. Скорость синтеза и мобилизации подкожного жира происходит неравномерно в разных частях организма, что связано с неодинаковым распределением рецепторов гормонов на адипоцитах.

Процесс мобилизации жирового депо стимулируется следующими гормонами: эпинефрином (адреналин), норэпинефрином (норадреналин), глюкагоном и в меньшей степени гормоном роста и кортизолом. Указанные гормоны высвобождаются при физической активности, тренировке и сигнализируют о необходимости высвобождения энергии.

2. Бета-окисление. Процессы синтеза и распада жира происходят в разных компартментах клеток (биосинтез протекает в цитозоле, а окисление – в митохондриях) и катализируются разными ферментами. Окисление жирных кислот как источников энергии увеличивается в период голодания и физической работы. В этих состояниях их концентрация в крови увеличивается в результате мобилизации из жировых депо, и они активно окисляются печенью, мышцами и другими тканями.

Жирные кислоты при окислении могут производить большое количество АцКоА. Так как жирные кислоты имеют длинную углеводородную цепь, а АцКоА состоит всего из двух атомов углерода, поэтому жирные кислоты могут произвести большое количество молекул АцКоА. К примеру, 16-ти углеродная цепь жирной кислоты может произвести 8 молекул АцКоА. Вовремя бета-окисления, также как и в процессе гликолиза, образуются NADH и FADH₂, которые переносят ионы водорода в электронную транспортную цепь.

Хотя процесс бета-окисления достаточно схож с гликолизом, но способен ресинтезировать гораздо больше молекул АТФ. К примеру, 18-ти углеродная жирная кислота способна регенерировать 146 молекул АТФ.

Важно заметить, что процесс бета-окисления происходит только в присутствии достаточного количества кислорода. Если требуемая скорость передачи энергии превышает доступность кислорода, что происходит, например, при анаэробных работах с высокой интенсивностью, процесс бета-окисления останавливается, и организм опирается главным образом на окисление глюкозы через гликолиз – анаэробный процесс.

3. Образование кетонных тел. При ограничении в поступлении углеводов с питанием в энергообеспечении начинают в большей степени использоваться жиры. В печени увеличивается производство АцКоА, однако в условиях пониженной концентрации глюкозы и соответственно пониженной концентрации катализатора цикла Кребса (оксалоацетат, щавелеуксусная кислота) неактуальный избыток АцКоА превращаются в кето-тела.

Существуют 3 основных типа кетонных тел:

- 1) бета-гидроксибутират (до 70%);
- 2) ацетоацетат (до 26%);
- 3) ацетон (до 4%).

Эти соединения являются водорастворимыми и могут быть реконвертированы в клетке в АцКоА. Кетонными телами могут питаться мозг, нервная система и мышечная ткань.

Преобладание энергообеспечения организма за счет кетонных тел называется **кетозом**. Избыточное накопление кето-тел в крови может привести к их распаду до ацетона и углекислого газа. Так как ацетон токсичен для организма, его накопление приводит к существенному изменению кислотно-щелочного баланса крови в кислую сторону, что называется **кетоацидозом**. Кетоацидоз – это опасное и пограничное состояние организма, которое может привести к коме.

Кетоз можно представить как аварийный и запасной механизм энергообеспечения организма, в условиях недостаточности или полного отсутствия потребления углеводов. На основе данного механизма разработаны некоторые виды диет (кетодиеты), в основном применяющиеся для людей страдающими эпилептическими припадками, так как замечено, что в отсутствии углеводов в питании их количество уменьшается или сводится к нулю. Так же данные виды диет применяют для снижения веса (жирового компонента), однако такие системы требуют постоянного медицинского контроля и сопряжены с рисками для здоровья.

4. Синтез жирных кислот. Реакции биосинтеза жирных кислот наиболее активно происходят в цитозоле клеток печени, кишечника, жировой ткани в состоянии покоя или после еды, но также жирные кислоты могут синтезироваться в гладкой эндоплазматической сети практически всех клеток органов. Субстратом для синтеза жиров является глюкоза.

Условно можно выделить 3 этапа биосинтеза:

1. Образование **АцКоА** из глюкозы, других моносахаров или кетогенных аминокислот. Глюкоза участвует в гликолизе, превращаясь в пируват и после, в митохондриях в АцКоА.

2. Перенос Ацетил-КоА из митохондрий в **цитозоль** – когда клетка полна ресурсами и энергией (после приема еды), часть накопленных продуктов цикла Кребса могут переходить из митохондрии в цитозоль с образованием АцКоА, который далее используется в биосинтезе **холестерина, жирных кислот и триацилглицеролов** (ТАГ).

3. Синтез пальмитиновой кислоты осуществляется мульти-ферментным комплексом «синтаза жирных кислот» (синоним пальмитатсинтаза). Во время этого семи-ступенчатого процесса две углеродные единицы добавляются к постоянно растущей цепи жирной кислоты, пока не сформируется одна конкретная насыщенная жирная кислота – пальмитат.

Пальмитат может быть удлинён посредством участия в ряде реакций, с образованием, например, стеариновой кислоты. Также может происходить процесс дена-сщшения, с образованием МНЖК – пальмитиновая или олеиновая жирная кислота.

Образованные жирные кислоты могут быть упакованы в транспортную форму ЛПОНП и отправлены к периферическим тканям.

Существуют исключения в некоторых жирных кислотах, которые организм может синтезировать. Это ПНЖК группы Омега-3 и Омега-6.

Синтез жирных кислот может происходить практически в любых клетках внутренних органов. Жирные кислоты участвуют в построении клеточных мембран, синтезе холестерина. Основная часть синтеза происходит в печени, кишечнике и жировой ткани организма. Синтез жирных кислот характерен для периода насыщения организма питательными веществами (после еды). При избытке глюкозы, одним из механизмов ее утилизации из крови будет повышение синтеза жирных кислот в печени, а также переход глюкозы в адипоциты и активация синтеза жирных кислот в них. Другими словами, глюкоза превращается в жирную кислоту, при этом концентрация глюкозы в крови снижается, а концентрация триглицеридов и свободных жирных кислот увеличивается. При наличии физической активности триглицериды и свободные жирные кислоты могут быть захвачены из крови активными клетками (например, клетками мышц) и использованы в качестве источника топлива, либо могут быть захвачены неактивными клетками и отправлены в них на хранение (адипоциты либо мышечные клетки с истощенными запасами жира). Переход триглицеридов в жировые клетки – это основной механизм увеличения объема жирового депо и соответственно увеличения веса.

5. Синтез триглицеридов. Жирные кислоты в природе находятся в форме триглицеридов – три жирные кислоты, объединенные молекулой глицерина. Жиры, поступающие с пищей или жиры, синтезируемые в печени, обычно переносятся по крови в виде триглицеридов, соединенных с протеинами. Такая компоновка называется липопротеинами.

Хиломикроны – липопротеины, которые переносят холестерин и триглицериды из тонкого кишечника к тканям организма.

Липопротеины – класс белков с гидрофобным центром, состоящим из триглицеридов и холестерина, окруженные гидрофильным слоем из фосфолипидов, апо-липопroteинов и холестерина.

Большинство жирных кислот транспортируются к тканям либо в виде хиломикронов (из питания), либо в виде ЛПОНП. Когда жирные кислоты были синтезированы в клетках периферических тканей, они могут быть отправлены в печень в виде ЛПВП (хотя адипоциты могут выбрасывать в кровь жирные кислоты в свободном виде, которые после могут связываться с альбумином).

Триглицериды не могут свободно проникать через клеточную мембрану, поэтому жирные кислоты и глицерин захватываются из состава триглицерида гормоноподобным ферментом – **липопротеинлипазой** (ЛПЛ). После поступления в клетку жирные кислоты могут быть использованы в качестве энергии, либо соединяясь обратно с глицерином, могут образовать триглицерид для более компактного хранения.

После того, как ЛПЛ забирает большую часть жирных кислот из состава ЛПОНП или из хиломикрона, то данные соединения превращаются в ЛПНП – молекулы с высокой концентрацией холестерина, которые воспринимаются зачастую как условно «плохой холестерин». Данная молекула продолжает свое движение по кровотоку и потенциально может «оставлять» холестерин в клетках сосудистой системы.

6. Синтез холестерина и его обмен.

Холестерин – органическое соединение, содержащееся в клеточных мембранах всех живых организмов, за исключением растений и грибов. Важность данного соединения обусловлена его участием в следующих жизненно-важных процессах:

- 1) функционирование клеточной мембраны;
- 2) синтез стероидных гормонов (включая гормоноподобный витамин D);
- 3) синтез желчных кислот.

Практически все клетки, за исключением эритроцитов, синтезируют холестерин, а 80% холестерина синтезируется в печени.

Холестерин синтезируется через 26 ферментных реакций, в которых АцКоА – основное топливо. Если потребление холестерина из питания будет увеличено, то его синтез в печени и других тканях будет снижен.

Холестерин транспортируется в крови также как и жирные кислоты с помощью липопротеинов.

ЛПВП – содержит небольшое количество холестерина.

ЛПОНП – содержит высокое количество триглицеридов и холестерина.

ЛПВП может захватывать и забирать холестерин у ЛПНП и выводить его из организма. Данный процесс происходит с помощью энзима **лецитин-холестерин-ацилтрансфераза** (LCAT).

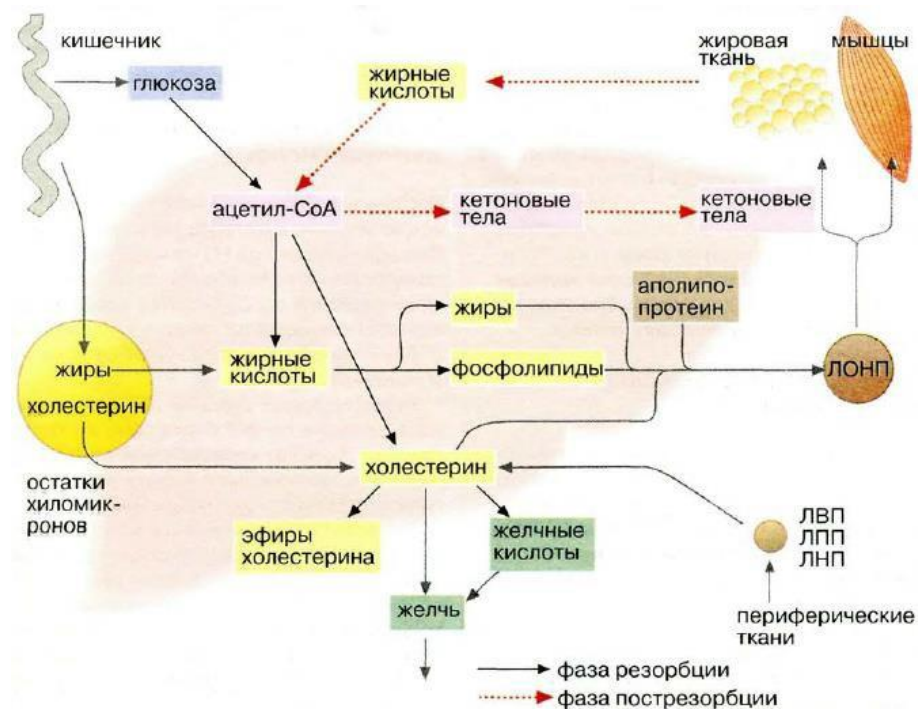


Рисунок 11 – Метаболизм холестерина и липидный обмен в целом (по Kolman)

Правильное соотношение ЛПВП и ЛПНП позволяет регулировать количество холестерина, которое движется по направлению к тканям и количество холестерина, которое переносится от тканей к печени. Такое соотношение определяется с помощью расчета коэффициента атерогенности.

$$\text{Коэффициент атерогенности} = \frac{\text{Холестерин} - \text{ЛПВП}}{\text{ЛПНП}}$$

К основным факторам высокого коэффициента атерогенности относят:

- избыточную энергоценность питания (больше, чем на 15% от должных величин), особенно при сочетании с малоподвижным образом жизни;
- избыточное потребление жиров животного происхождения, содержащих насыщенные жирные кислоты;
- избыточное употребление легкоусвояемых углеводов: фруктозы, сахарозы и, возможно, лактозы;
- избыточное потребление животных белков;
- избыточное потребление с пищей общего ХС и ХС ЛПНП, особенно при недостатке в рационе продуктов, нормализующих обмен жиров и холестерина;
- дефицит в рационе растительных масел, содержащих незаменимые жирные кислоты, фитостерины;
- недостаточное потребление пищевых волокон;
- недостаточное поступление с пищей липотропных веществ (метионин, холин, лецитин);

- недостаток витаминов, особенно С, Р, В6, В12, РР, Е, фолатина;
- избыточное потребление поваренной соли;
- дефицит в питании Mg, К, I, Zn, Сг и некоторых других минеральных веществ;

- редкие и обильные приемы пищи;

- злоупотребление алкоголем.

Углеводы

Углеводы (сахара) – обширная группа полигидроксикарбонильных органических соединений, входящих в состав всех живых организмов; к углеводам относят также многочисленные производные, получаемые при химической модификации этих соединений путем окисления, восстановления или введения различных заместителей.

Углеводы являются основным энергетическим материалом в организме человека. При окислении 1 г. углеводов выделяются 4,1 ккал энергии и 0,4 г. воды. В состав углеводов из химических элементов входят: углерод (С), водород (Н) и кислород (О).

Углеводы принято делить на простые (моносахариды) – имеют в своем строении неразветвленную углеродную цепь, и сложные (полисахариды и олигосахариды) – имеют в своем строении разветвленную углеродную цепь [17].

Простые углеводы. К ним относят: глюкозу, галактозу и фруктозу (моносахариды), а также сахарозу, лактозу и мальтозу (дисахариды).

Глюкоза (альдозы) – главный поставщик энергии для мозга. Она содержится в плодах и ягодах, необходима для снабжения энергией и образования в печени гликогена.

Фруктоза (кетозы) – почти не требует для своего усвоения гормона инсулина, что позволяет использовать ее при сахарном диабете в умеренных количествах.

Сахароза – содержится в сахаре и сладких продуктах. В организме расщепляется на глюкозу и фруктозу.

Лактоза – углевод, содержащийся в молочных продуктах. При врожденном или приобретенном дефиците фермента лактазы в кишечнике нарушается расщепление лактозы на глюкозу и галактозу, что известно как непереносимость молочных продуктов. В кисломолочных продуктах лактозы меньше, чем в молоке, так как при сквашивании молока из лактозы образуется молочная кислота.

Мальтоза – промежуточный продукт расщепления крахмала пищеварительными ферментами. В дальнейшем мальтоза расщепляется до глюкозы. В свободном виде содержится в меде, солоде (отсюда второе название – солодовый сахар) и пиве [16].

Сложные углеводы (полисахариды). К ним относят крахмал и гликоген (перевариваемые углеводы), а также клетчатку, пектины и гемицеллюлозу, гликопротеиды, гликолипиды, гликозиды и др.

Крахмал – в питании составляет до 80% всех углеводов. Его основные источники: хлеб и хлебобулочные изделия, крупы, бобовые, рис, картофель. Крахмал, относительно медленно переваривается, расщепляясь до глюкозы.

Гликоген – также его называют «животный крахмал» – полисахарид, который состоит из сильноразветвленных цепочек молекул глюкозы. Он в небольших количествах содержится в животных продуктах (в печени 2–10% и в мышечной ткани – 0,3–1%).

Клетчатка – это сложный углевод, входящий в состав оболочек растительных клеток. В организме клетчатка практически не переваривается, лишь незначительная часть может подвергнуться под влиянием находящихся в кишечнике микроорганизмов [7, 17].

Таблица 10

Углеводы и пищевые волокна в продуктах питания (по Мартинчику)

<i>Продукты</i>	<i>Средняя порция</i>	<i>Содержание углеводов</i>	<i>Пищевых волокон</i>
Яблоко	1 среднее (150 г)	11,8	3,0
Картофель жареный, отварной	2 средних (150 г)	27,0	2,7
Свекла	1 порция (100 г)	11,8	2,7
Хлеб пшеничный из цельного зерна	1 кусочек (30 г)	13,0	2,6
Морковь	1 средняя (100 г)	9,4	2,1
Капуста	1 тарелка (100 г)	6,8	2,1
Хлеб черный	1 кусочек (30 г)	14,0	2,0
Слива	4 средних (120 г)	13,5	2,0
Банан	1 средний (120 г)	23,0	1,9
Перец сладкий	1 средний (100 г)	6,5	1,9
Помидор	1 средний (150 г)	7,5	1,8
Редька, репа	1 порция (100 г)	7,0	1,6
Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта	1 кусочек (30 г)	15,0	1,4
Огурец	1 шт. (60 г)	3,8	1,2
Лук зеленый (перо)	1 пучок (50 г)	3,0	1,2
Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	1 кусочек (30 г)	15,5	1,0
Котлета жареная	1 шт. (60 г)	5,7	0,7
Петрушка (зелень)	1 пучок (20 г)	2,0	0,4
Сахар	2 чайные ложки	14,0	0
Кефир	1 стакан	8,0	0
Майонез	1 ст. л.	0,4	0
Яйцо	1 шт.	0,3	0
Масло сливочное	1 ст. л.	0	0
Куриная ножка жареная	1 порция	0	0

Таблица 11

Содержание углеводов в 100 г. съедобной части продуктов (по Смолянскому)

<i>Количество углеводов, г</i>	<i>Пищевые продукты</i>
Очень большое (65 и более)	Сахар, карамель леденцовая, конфеты помадные, мед, мармелад, зефир, печенье сдобное, крупы, макароны, варенье, финики, изюм.
Большое (40–60)	Хлеб ржаной и пшеничный, фасоль, горох, овсяная крупа, шоколад, халва, пирожные, чернослив, урюк.
Умеренное (11–20)	Сырки творожные сладкие, мороженное, хлеб белково-отрубной, картофель, зеленый горошек, свекла, виноград, вишня, инжир, хурма, черешня, гранат, соки фруктовые.
Малое (5–10)	Морковь, арбуз, дыня, груши, яблоки, персики, абрикосы, сливы, апельсины, мандарины, клубника, крыжовник, смородина, черника, лимонад.
Очень малое (2–4,9)	Молоко, кефир, сметана, творог, огурцы, капуста, кабачки, редис, салат, лук зеленый, томаты, шпинат, тыква, лимоны, клюква, грибы свежие.

Обеспечение тканей глюкозой, как энергетическим материалом, происходит за счет экзогенных сахаров, использования запасов гликогена и синтеза глюкозы из неуглеводных предшественников. В базальном (доабсорбционном) состоянии печень вырабатывает глюкозу со скоростью, равной ее утилизации во всем организме. Примерно 30% производства глюкозы печенью происходит за счет гликогенолиза, а 70% – как результат глюконеогенеза. Общее содержание гликогена в организме составляет примерно 500 г. Если нет экзогенного поступления глюкозы, его запасы истощаются через 12–18 ч. При отсутствии резервного гликогена в результате голодания резко усиливаются процессы окисления другого энергетического субстрата:

- жирных кислот. Одновременно увеличивается скорость глюконеогенеза, направленного в первую очередь на обеспечение глюкозой головного мозга, для которого она является основным источником энергии.

Клетчатка и ее влияние на организм

Клетчатку вместе с пектинами, лигнинами и гемицеллюлозой, называют пищевыми волокнами или балластными веществами. Они улучшают работу пищеварительной системы, являясь профилактикой многих заболеваний. К примеру, пектины и гемицеллюлоза обладают гигроскопичными свойствами, что позволяет им сорбировать и увлекать с собой избыток холестерина, аммиак, желчные пигменты и другие вредные вещества. В Российской Федерации в соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» рекомендуемый уровень суточного потребления пищевых волокон для взрослого человека составляет 30 г. Однако, к сожалению, современные диеты и пищевые привычки приводят к тому, что фактическое содержание пищевых волокон в ежедневном рационе взрослого человека в лучшем случае составляет половину от рекомендуемого уровня. Как правило, стандартная порция пищи содержит от 1 до 3 г клетчатки.

Еще одним важным достоинством пищевых волокон является их помощь в профилактике ожирения. Не обладая высокой энергетической ценностью, овощи из-за большого количества пищевых волокон способствуют раннему чувству насыщения.

Пищевые волокна классифицируют по различным принципам.

По виду сырья:

1. Пищевые волокна из низших растений (водорослей) и грибов.
2. Пищевые волокна из высших растений (злаков, трав, древесных).

По физико-химическим свойствам:

1. Растворимые в воде (пектин, камеди, слизи, растворимые фракции гемицеллюлозы).
2. Нерастворимые (целлюлоза, лигнин, некоторые гемицеллюлозы).

По методам выделения из сырья:

1. Неочищенные волокна: в составе цельного зерна и муки из него, нетрадиционные виды муки – овсяная, гороховая, пшеничная, вторичные продукты растительного сырья.

2. Препараты волокон, выделенные и очищенные.

По степени микробной ферментации в толстой кишке:

1. Почти (или) полностью ферментируемые: пектин, камеди, слизи, гемицеллюлозы, инулин.
2. Частично ферментируемые: целлюлоза, гемицеллюлозы.
3. Неферментируемые: лигнин.

По основным медико-биологическим эффектам:

1. Ускоряющие и повышающие чувство насыщения благодаря связыванию воды в желудке – пектин, гуар и др.

2. Ингибирующие эвакуаторную функцию желудка – вязкие ПВ (гуар и др.).
3. Стимулирующие моторную функцию толстой кишки – аморфные ПВ (целлюлоза и др.).
4. Увеличивающие массу фекалий и, соответственно, частоту дефекаций за счет удерживания воды в просвете толстой кишки (ПВ пшеницы, бобовых) и возрастания массы микрофлоры толстой кишки (ПВ капусты и др.).
5. Сорбирующие желчные кислоты, холестерин, токсины и радионуклиды – гуар, целлюлоза, пектин, лигнин.
6. Замедляющие всасывание углеводов – пектин, гуар.
7. Снижающие уровень глюкозы и инсулина в крови – пектин, β -глюканы.
8. Оказывающие антиоксидантное действие – лигнин.
9. Обладающие пребиотическими свойствами, способствующими нормализации микрофлоры кишечника – гуммиарабик, инулин, полидекстроза [10, 17].

Целлюлоза – основной структурный компонент оболочки растительной клетки. Основное ее физиологическое действие – это способность связывать воду (до 0,4 г воды на 1 г клетчатки).

Гемицеллюлозы – полисахариды клеточной оболочки, состоящие из полимеров глюкозы и других гексоз. Они способны также удерживать воду и связывать катионы.

Пектиновые вещества – гликаногалактуронаны – входят в число основных компонентов растений и водорослей. Общим признаком пектиновых веществ является основная цепь полигалактуроновой кислоты. Одним из важнейших свойств пектиновых веществ является комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых металлов и радионуклидов. Это дает основание рекомендовать пектин для включения в рацион питания лиц, находящихся в среде, загрязненной радионуклидами, и имеющих контакт с тяжелыми металлами. Профилактическая норма пектина, утвержденная ВОЗ, составляет 2–4 г в сутки; для лиц, работающих в неблагоприятных условиях, составляет 8–10 г в сутки.

Пектин обладает лечебными свойствами и применяется при расстройствах пищеварительного тракта (гастроэнтериты, диарея), уменьшает потерю воды организмом, сокращает свертывание крови, связывает многие яды, замедляет выделение из организма аскорбиновой кислоты, инсулина, антибиотиков, снижает содержание холестерина в крови, влияет на обмен желчных кислот, обладает анафилактическим действием, обуславливает пролонгированное действие многих лекарственных веществ. Пектин связывает стронций, кобальт, радиоактивные изотопы. Большая часть пектинов не переваривается и не всасывается организмом, а выводится из него вместе с вредными веществами. Пектины улучшают пищеварение, снижают процессы гниения в кишечнике и выводят ядовитые продукты обмена, образующиеся в самом организме; способствуют выработке в кишечнике витаминов группы В, особенно В12, жизнедеятельности и росту полезных микроорганизмов в кишечнике, выведению излишнего количества холестерина.

Пектин яблок задерживает размножение гриппозного вируса «А», уменьшает последствия ртутного и свинцового отравления, способствует выведению свинца из костной ткани. Пектин в относительно больших количествах содержится в овощах (0,4–0,6%), фруктах (от 0,4% в вишнях, до 1% в яблоках, но особенно много в кожуре – от 1,5% в яблочной, до 30% в цитрусовой) и ягодах (от 0,6% в винограде, до 1,2% в черной смородине), а также в землянике, клюкве, апельсинах, калине и др.

В промышленных масштабах пектин получают из свеклы, отжатых лимонов, яблок и других продуктов. Он широко используется в пищевой промышленности для производства джемов, зефира, мармелада, повидла.

В ламинарии присутствует альгиновая кислота – аналог пектиновой кислоты. Она состоит из остатков D-маннуровой и D-гулуровой кислот, связанных β -гликозидными связями. В водорослях альгиновая кислота присутствует в виде солей кальция, магния, натрия и т. д. и составляет до 30% сухой массы водорослей.

Альгиновая кислота является природным ионообменником и обладает способностью селективно адсорбировать катионы тяжелых металлов и радиоизотопы. Применение альгиновой кислоты способствует предотвращению отложения радиоактивного стронция в организме человека и животных. Ионообменные свойства альгиновой кислоты зависят от соотношения уоновых кислот. Большее содержание L-гулуровой кислоты обеспечивает большую адсорбционную способность.

В связи с этим ламинария имеет большое значение для получения пищевого сырья. Перспективным сырьем для производства альгината натрия являются также отходы первичной обработки таллома водоросли, в которых локализуется альгиновая кислота, обогащенная L-гулуровой кислотой.

Лигнины представляют собой безуглеводные вещества клеточной оболочки, состоящие из полимеров ароматических спиртов. Лигнины в человеческом организме способны связывать соли желчной кислоты и другие органические вещества, а также замедлять или нарушать абсорбцию пищевых веществ в толстом кишечнике.

Камеди – гетерополисахариды, состоящие из остатков галактозы, маннозы, арабинозы, рамнозы, глюкуроновой или галактуровой кислоты. Наиболее часто встречаются на плодовых деревьях – вишне, абрикосе и др. Они состоят из гетерополисахаридов с обязательным участием уоновых кислот, карбонильные группы которых связаны с ионами Ca^{2+} , K^{+} и M^{2+} . По растворимости в воде делятся на 3 группы: арабиновые, хорошо растворимые в воде (абрикосовая и аравийская камеди); бассориновые, плохо растворимые в воде, но сильно в ней набухающие (трагакантовая камедь) и церазинные, плохо растворимые и плохо набухающие в воде (вишневая, сливовая камедь). Камеди возникают в результате истечения соков при повреждении растений. Они безвкусны или имеют слабый сладковатый вкус. Первоначально мягкие и вязкие, на воздухе они постепенно твердеют, превращаясь в аморфную массу разнообразной формы и величины. Реже камеди возникают на корнях, плодах, семенах.

Благодаря высокой эмульгирующей и обволакивающей способности камеди оказывают благоприятное воздействие на желудочно-кишечный тракт.

Глюкоманнан – представитель нейтральных камедей (полисахаридов, способных к набуханию). Нейтральные камеди используются в пищевой промышленности в качестве загустителей, а в диетотерапии – как источник неусвояемых пищевых волокон, увеличивающих объем пищи, усиливающих чувство сытости. Глюкоманнан получают из клубней конжака (*Amorphophallus konjak*) – растения сем. Ароидных, традиционно употребляемого в пищу жителями Японии.

Гуаровая камедь – гелеобразующая клетчатка из сока индийской акации – способна снижать уровень холестерина в крови, а также замедлять всасывание сахара из желудочно-кишечного тракта.

Демоноронс (*Daemonoropsdrako*) – камедь, получаемая из фруктов различных видов *Daemonorops* семейства *Palmae*. Применяется в качестве кровоостанавливающего и болеутоляющего средства.

Слизи – смеси полисахаридов – пентозанов и гексозанов, способные образовывать в воде густые слизистые растворы. Встречаются в семенах льна, подорожника, корнях алтея, клубнях ятрышника, цветках липы, листьях мать-и-мачехи. Слизи также находятся во внутреннем слое бобов, орехов и семян. В химическом отношении они мало отличаются от камедей, характеризуются преобладанием в своем

составе пентозанов. Они хорошо и полностью растворимы в воде, при кислотном гидролизе расщепляются, образуя галактозу, ксилозу, арабинозу, рамнозу, маннозу, глюкозу и галактурионовую кислоту. Слизи оказывают благоприятное воздействие на желудочно-кишечный тракт, при раздражении верхних дыхательных путей, рефлекторно возникающем кашле, снижают раздражающее действие сопутствующих веществ. Много слизи содержится в овсяной, рисовой и перловой крупе, толокне, что позволяет их использовать при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Некоторые слизи оказывают послабляющее действие, снижают уровень холестерина в крови, уменьшают чувство голода. Они широко используются в пищевой промышленности при производстве сыра, супов, мороженого, приправ.

В водорослях содержатся полисахариды – *карагинин, ламинарии и фукодин*. Являясь структурными или запасными полиозами водорослей, они присутствуют практически во всех водорослях, составляя иногда десятки процентов от их массы. Установлено, что те из них, которые содержат эфирсвязанную серную кислоту, удлиняют время свертывания крови и обладают антилипемическим эффектом, другие – способностью связывать избирательно радиоактивный стронций (это свойство особенно выражено у низкомолекулярных фракций альгиновой кислоты), предотвращая его всасывание и накопление в организме. Отдельные полисахариды (κ- и λ-фракции карлагина и продукты их переработки) снижают секреторную деятельность желудочно-кишечного тракта, уменьшают протеолитическую функцию пепсина, предупреждая развитие пептических язв желудка и двенадцатиперстной кишки [7, 11, 15].

К пищевым волокнам относят **пребиотики**, избирательно стимулирующие рост и/или активность защитной микрофлоры кишечника человека и улучшающие тем самым его здоровье. Изначально в понятие пребиотиков включали только полисахариды, в более поздних определениях к ним отнесли и олигосахариды, основываясь на их физиологических эффектах. На сегодняшний день все известные и предполагаемые пребиотики представляют собой углеводные соединения, в основном олигосахариды, которые, как известно, не перевариваются в тонком кишечнике человека и ферментируются кишечной микрофлорой в толстом кишечнике.

Пребиотики (в соответствии с определением, данным ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции») – это пищевые вещества, избирательно стимулирующие рост и (или) биологическую активность представителей защитной микрофлоры кишечника человека, способствующие поддержанию ее нормального состава и биологической активности при систематическом потреблении в составе пищевой продукции.

ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» предлагает следующее определение термина «**пребиотик**» – «физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника». Все пребиотики являются пищевыми волокнами, однако не все пищевые волокна – пребиотики.

Для того, чтобы отнести какой-либо пищевой ингредиент к пребиотикам, требуется научно доказать, что данный продукт:

- не переваривается в желудке, не гидролизруется ферментами млекопитающих и не абсорбируется в верхних отделах желудочно-кишечного тракта;
- ферментируется кишечной микрофлорой;
- избирательно стимулирует рост и/или активность полезных кишечных бактерий.

Основными «потребителями» пребиотиков в желудочно-кишечном тракте человека, а именно в толстом отделе кишечника, являются лактобактерии и бифидобактерии.

Пребиотики имеют ряд преимуществ для здоровья, изменяя состав кишечной флоры. Эти неперевариваемые вещества обеспечивают полезный физиологический эффект для организма путем избирательного стимулирования благоприятного роста или активности ограниченного числа местных бактерий. Обычно это относится к способности волокна увеличивать рост бифидобактерий и лактобактерий, которые считаются полезными для здоровья человека. Преимущества пребиотиков включают улучшение барьерной функции кишечника и иммунитета человека, уменьшение субпопуляций условно-патогенных бактерий (например, клостридий).

Исследования показали, что такие вещества как инулин и олигофруктоза, лактулоза и устойчивый крахмал полностью соответствуют определению «пребиотика», включая стимуляцию *Bifidobacterium*.

Инулин – это высокомолекулярный фруктозан. Это полисахарид, состоящий из 34–35 остатков фруктозы, связанных β -гликозидной связью (неразрушаемая человеческими ферментами). Содержится в больших количествах в клубнях земляной груши и георгина, в корнях одуванчика, кок-сагыза и цикория, в артишоках, в корнях, листьях и стеблях каучуконосного растения гваяюлы.

Инулин стимулирует рост и активность бифидо- и лактобактерий; повышает всасывание кальция в толстой кишке, тем самым снижая риск остеопороза; влияет на метаболизм липидов; снижает риск развития сахарного диабета; обладает антиканцерогенным действием; уменьшает риск атеросклеротических изменений в сердечно-сосудистой системе.

Пищевые волокна имеют несколько векторов влияния на здоровье организма:

1. Влияние пищевых волокон на работу ЖКТ и процессы пищеварения.

Пищевые волокна – это большая группа полисахаридов, которая относится к **пребиотикам** – это углеводы, которые не расщепляются в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, и которые являются источником питания для нормальной микрофлоры кишечника.

По устойчивости к бактериальной ферментации пищевые волокна делятся на следующие:

- а) полностью ферментируемые;
- б) ферментируемые частично;
- в) неферментируемые.

К первой группе относят пектин, камеди и слизи, ко второй – целлюлоза и гемицеллюлоза, третью группу составляет лигнин. Овощи и фрукты являются основными источниками первой группы пищевых волокон.

Первый тип и его влияние будут подробно рассмотрены ниже. Одним из механизмов влияния второго и третьего типа пищевых волокон на работу ЖКТ – механическое раздражение. Данные структуры представляют собой в основном *целлюлозу*, *лигнин*, *некоторые гемицеллюлозы* структурно практически не изменяются на всем протяжении ЖКТ. Их нерастворимая форма воздействует на стенки эпителия кишечника, что приводит к его механическому раздражению. В ответ на данное раздражение, увеличивается перильстатическое сокращение гладких мышц кишечника и стимулируется «добавление» воды в полость кишечника (преимущественно тонкого). Два этих фактора приводит к ускорению прохождения пищевого комка по пищеварительной системе, что имеет ряд позитивных эффектов:

- уменьшение риска возникновения застоев, отложений, запоров;
- предотвращение минерализации отложений, в связи с увеличенным притоком воды;

- предотвращение отеков абдоминальной зоны, в связи с повышенным ответом на воду;
- сохранение правильного кислотно-щелочного баланса полости кишечника;
- увеличение объема пищевого комка и как следствие – увеличение чувства насыщения от объема съеденной пищи.

Растворимые или полностью ферментируемые и частично ферментируемые пищевые волокна также играют существенную роль в работе ЖКТ. Основная часть растворимых пищевых волокон представлена: *пектин, камеди, слизи, растворимые фракции гемицеллюлозы*.

В связи с частичной растворимостью данная группа пищевых волокон имеет способность образовывать гелеобразные структуры, имеющие функцию сорбента, другими словами они способны абсорбировать воду и адсорбировать некоторые вещества (концентрирование на поверхности сорбента). Удерживая воду, пищевые волокна позволяют сохранять ее содержание в пищевом комке, что предотвращает возникновение запоров и образование каловых камней. В природных источниках всегда имеется комплекс клетчатки разных типов. Нерастворимая часть стимулирует «добавление» воды в кишечник, а растворимая часть абсорбирует воду и выводит ее из организма, что существенно влияет на степень гидрации тканей. Выведение потребления клетчатки (всех типов в комплексе) на уровень 30 г./сутки позволяет эффективно снижать отечность тканей организма, в особенности подкожно-жировой ткани [20].

2. Регулирование холестерина обмена.

Растворимые (полностью ферментируемые) и частично растворимые (частично ферментируемые) пищевые волокна могут адсорбировать на своей поверхности следующие вещества:

- а) холестерин;
- б) желчные кислоты;
- в) стероидные компоненты гормонов;
- г) канцерогены.

Способность связывать холестерин и желчные кислоты приводит к увеличенному выводу из организма холестерина и прочих стероидных соединений, что вносит существенный вклад в обмен холестерина. После того, как ЛПВП приносят холестерин от периферических тканей в печень, он может принимать участие в синтезе желчных кислот и образовании желчи. После выброса желчи в 12-ти перстную кишку происходит частичная реабсорбция холестерина (из состава желчи) и желчных кислот. В зависимости от потребления клетчатки, количество реабсорбируемого холестерина может меняться. Чем больше потребляется растворимой или частично растворимой клетчатки, тем больше выводится холестерин из организма, т.е. предотвращается рост концентрации холестерина.

3. Поддержание кишечной микрофлоры.

Полностью и частично ферментируемые пищевые волокна являются субстратом питания симбиотических (полезных) бактерий, которые населяют кишечник на всем его протяжении. Большая часть микрофлоры обитает в толстом кишечнике, где и происходит основной объем реакций ферментации пищевых волокон. Процесс ферментации позволяет разрушить структуру пищевых волокон до простейших звеньев (например, глюкозы) и абсорбировать через стенку кишечника. Микрофлора делится на несколько классов, каждый из которых имеет свои нюансы жизнедеятельности, которые будут рассматриваться позже. Однако в данной теме следует упомянуть, что симбиотическая микрофлора способна также синтезировать и некоторые витамины и витаминоподобные соединения.

Еще одним продуктом жизнедеятельности кишечной микрофлоры являются – **короткоцепные жирные кислоты** (ацетат, бутират, пропионат) – продукт ферментации жиров. Данные соединения имеют уникальное влияние на организм в целом и на холестериновый обмен в частности. Короткоцепные жирные кислоты снижают ЛПНП, тем самым выравнивают безопасный уровень соотношения ЛПВП/ЛПНП.

Таким образом, пищевые волокна – один из компонентов комплексной профилактики нарушений жирового обмена, атеросклероза, сахарного диабета, желчекаменной болезни. В последние годы появились данные, свидетельствующие о том, что недостаток пищевых волокон вызывает развитие мочекаменной болезни, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, подагры, кариеса и даже варикозного расширения вен.

Должное содержание пищевых волокон в рационе человека благоприятствует росту, в первую очередь, жизненно важных лакто- и бифидобактерий. Поддержание численности данных штаммов бактерий позволяет сократить до минимума риск увеличения численности патогенных микроорганизмов и некоторых видов грибов.

В дополнение, пищевые волокна улучшают абсорбцию цинка, меди, селена, магния и железа, что чрезвычайно важно, например, при остеопорозе, когда наблюдается увеличение вымывания кальция из организма.

По исследованиям, у не пьющих и не курящих молочных вегетарианцев частота рака прямой кишки на 70% ниже, чем у остального населения, проживающего в таких же экологических условиях. Число случаев рака прямой кишки резко возрастает у поляков и венгров, пуэрториканцев и японцев, приехавших на жительство в США и поменявших национальную диету, богатую пищевыми волокнами, на западную, характеризующуюся высокой степенью очистки продуктов питания (от пищевых волокон) и сравнительно большим потреблением жира.

Большую роль в возникновении рака прямой кишки играет высокое потребление жира, способствующее увеличению синтеза холестерина и желчных кислот печенью. В кишечнике они превращаются во вторичные желчные кислоты, производные холестерина и другие потенциально токсические соединения. Известно, что эти соединения разрушают слизистую прямую кишки, влияют на вязкость клеточных мембран и метаболизм простагландинов [12].

Таблица 12

Таблица содержания пищевых волокон разных типов [151]

Продукт	Растворимая, г	Нерастворимая, г
Злаки – в 0,5 чашки готового продукта		
Ячмень	1	4
Овсяная каша	1	2
Отруби овсяные	1	3
Семена (1 ст. ложка)		
Семена молотого подорожника	5	6
Фрукты (1 средний фрукт)		
Яблоко	1	4
Банан	1	3
Ежевика (½ стакана)	1	4
Цитрусовые (апельсин, грейпфрут)	2	2–3
Нектарин	1	2
Персик	1	2

<i>Продукт</i>	<i>Растворимая, г</i>	<i>Нерастворимая, г</i>
Груша	2	4
Слива	1	1,5
Чернослив (¼ чашки)	1,5	3
Бобовые в 0,5 чашки готового продукта		
Черные бобы	2	5,5
Фасоль	3	6
Лимская фасоль	3,5	6,5
Морские бобы	2	6
Северные бобы	1,5	5,5
Фасоль пинто	2	7
Чечевица (желтая, зеленая, оранжевая)	1	8
Горох	1	6
Спаржевая фасоль	1	5,5
Овощи в 0,5 чашки готового продукта		
Брокколи	1	1,5
Брюссельская капуста	3	4,5
Морковь	1	2,5

Таблица 13

Свойства пищевых волокон (по Циприяну)

<i>Класс волокон</i>	<i>Источник</i>	<i>Физиологический эффект</i>
Целлюлоза	Пшеничные, кукурузные отруби, сельдерей, кожура плодов и фруктов.	Улучшает перистальтику, стимулирует пищеварение, увеличивает массу и объем экскрементов.
Гемицеллюлоза	Оболочки клеток, овес, ячмень, лен, бобы, горох, морковь, цитрусовые, яблоки.	Улучшает перистальтику, стимулирует пищеварение, увеличивает массу и объем экскрементов.
Камеди	1. Полностью растворяются в воде (аравийская). 2. Малорастворимы, но сильно набухающие (камедь сливы, вишни). 3. Нерастворимые, но набухающие (камедь траганта).	Слабительный эффект, зависит от свойств камеди.
Слизи	Растения семейства орхидейных, лилейных и др.	Размягчают экскременты, увеличивают массу и объем, выводят соли тяжелых металлов.
Пектины	Цитрусовые, яблоки, свекла и другие фрукты и овощи, кормовой арбуз, корзинки подсолнечника.	Выводят из организма свинец, кобальт, медь, радионуклиды, имеют противоязвенные, противовоспалительные и гипотензивные свойства.
Альгинаты: альгин, карраген, агар	Морские водоросли ламинария спирулина хлорелла, морская капуста.	Выводят соли тяжелых металлов, радионуклиды.
Лингинны	Пшеница 25%, яблоко 25%, капуста 6%.	Антиканцерогенный, антиоксидантный, противомикробный, адаптационный.

В зависимости от эволюционных особенностей питания пища должна содержать большее или меньшее количество балластных структур, непосредственно неучаствующих в обмене веществ организма. Роль этих балластных веществ, преимущественно пищевых волокон, содержащихся в овощах, фруктах, неочищенных злаках и ряде других продуктов, теорией сбалансированного питания не учитывалась. Выяснилось, что под влиянием теории сбалансированного питания промышленность стремилась получить, например, высокоочищенные муку, зерно, используемое для каш, и другие рафинированные продукты. Однако оказалось, что пищевые волокна оказывают существенное влияние на деятельность желудочно-кишечного тракта, на электролитный обмен и на ряд других функций первостепенной важности. Обнаружено также, что в отсутствие балластных веществ бактериальная флора желудочно-кишечного тракта вырабатывает значительно больше токсических веществ, чем в норме, и менее эффективно выполняет защитную и другие функции. Более того, в ходе эволюции сами балластные вещества включились в ряд функций организма, в том числе в обмен стероидов.

Пищеварение углеводов

Углеводы имеют структуры разной сложности, однако абсорбируются (всасываются) в кишечнике только самые простейшие формы.

Основная задача пищеварения – упростить сложные формы углеводов до простейших, для того, чтобы была возможность их абсорбции.

Переваривание углеводов с помощью лингвальной амилазы. Полисахариды, а в особенности крахмал, начинают подвергаться гидролизу (расщепляться) в ротовой полости под действием лингвальной амилазы, которая содержится в составе слюны. Крахмал состоит в основном из амилозы и амилопектина, имеющих разную структуру.

В процессе пищеварения во рту, которое занимает непродолжительное время, образуются декстрины (продукт частичного расщепления крахмала) и некоторое количество дисахарида – мальтозы. Дисахариды не подвергаются гидролизу под действием амилазы слюны.

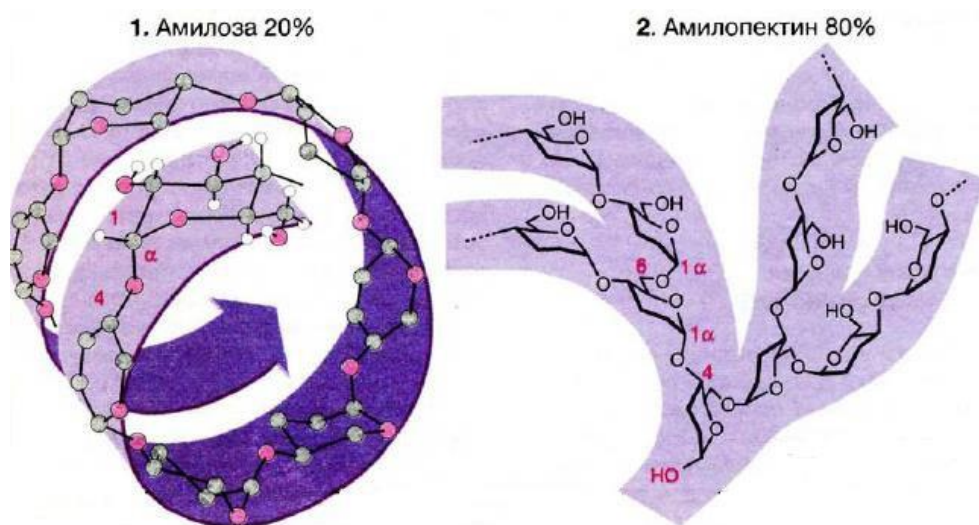


Рисунок 12 – Структура крахмала

При попадании в желудок в кислой среде амилаза слюны ингибируется, хотя процесс переваривания может происходить только внутри пищевого кома, где активность амилазы может сохраняться на некоторое время, пока pH во всем куске не станет кислым. В желудочном соке отсутствуют ферменты, расщепляющие углеводы, возможен лишь незначительный кислотный гидролиз гликозидных связей полисахаридов.

Известно, что в воде амилоза не дает истинного раствора. Цепочка амилозы в воде образует гидратированные мицеллы. В растворе при добавлении йода амилоза окрашивается в синий цвет. Амилопектин также дает мицеллярный раствор, но форма мицелл несколько иная. Полисахарид амилопектин окрашивается йодом в красно-фиолетовый цвет.

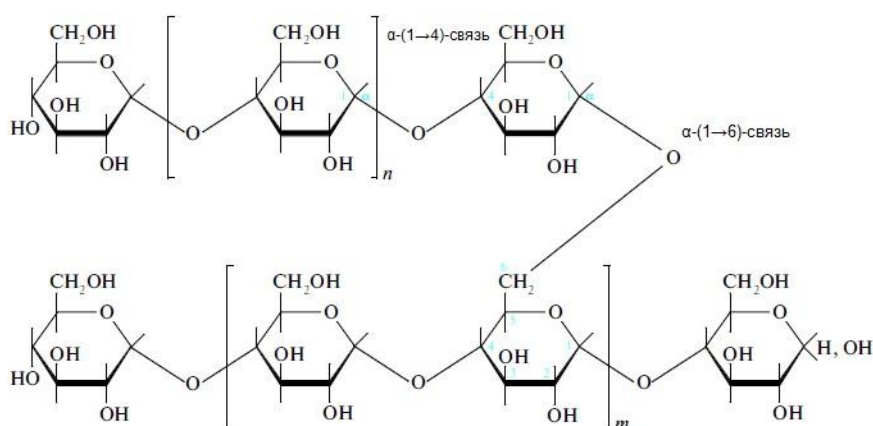


Рисунок 13 – Виды химических связей в амилопектине

Основным местом гидролиза олиго- и полисахаридов является тонкий кишечник, в разных отделах которого секретируются определенные гликозидазы – группа ферментов, разрушающих химические связи углеводных молекул.

В двенадцатиперстной кишке содержимое желудка нейтрализуется секретом поджелудочной железы, содержащим бикарбонаты (HCO) и имеющим pH 7,51–8,0. В секрете поджелудочной железы обнаруживается панкреатическая амилаза, которая производит основной объем процессов расщепления полисахаридов до дисахаридов.

Панкреатическая амилаза, также как и лингвальная не разрушает связи, которыми остатки глюкозы соединены в молекуле целлюлозы и некоторых других соединений, которые более привычно называются – клетчаткой. Целлюлоза проходит через кишечник неизменной и служит балластным веществом, придавая пище объем и способствуя процессу пищеварения. В толстом кишечнике под действием бактериальной микрофлоры целлюлоза может частично гидролизироваться с образованием спиртов, органических кислот и CO_2 , которые могут выступать в качестве стимуляторов перистальтики кишечника.

Образовавшиеся в верхних отделах кишечника, различные дисахариды далее подвергаются гидролизу в тонком кишечнике под действием специфических гликозидаз (сахараза, лактаза, мальтаза – группа дисахаридаз). Большинство ферментов, расщепляющих дисахариды, связаны с поверхностью эпителиальных клеток кишечника, которые расположены на пальцеобразных выростах [27].

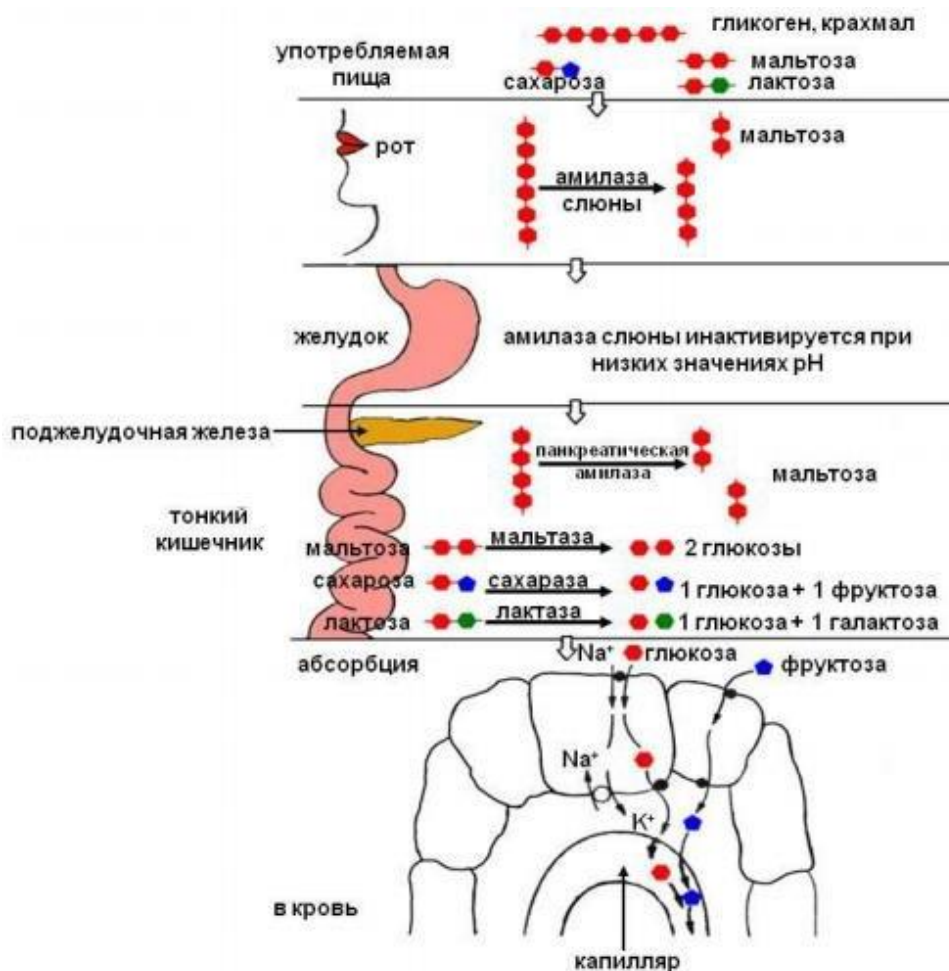


Рисунок 14 – Переваривание углеводов (по Лавриненко, 2015)

Благодаря активному транспорту энтероциты могут поглощать глюкозу при ее низкой концентрации в просвете кишечника. При высокой концентрации глюкозы она поступает в клетки путем облегченной диффузии с помощью специальных белков-переносчиков (транспортёров).

В случае активного транспорта глюкоза переносится через мембрану вместе с ионом Na^+ одним белком-переносчиком, причем эти вещества взаимодействуют с разными участками данного белка. Ион Na^+ поступает в клетку по градиенту концентрации, а глюкоза – против градиента концентрации (вторично-активный транспорт). Таким же образом переносится внутрь эпителиальных клеток фруктоза.

В кровеносные сосуды моносахариды поступают из энтероцитов в основном с помощью облегченной диффузии. Половина глюкозы через капилляры ворсинок по воротной вене транспортируется в печень, половина доставляется кровью к клеткам других тканей [9, 16, 19].

Пути метаболизма углеводов



Рисунок 15 – Схема метаболизма углеводов

Существует 5 метаболических путей того, как глюкоза может служить топливом для регенерации АТФ.

1. Гликогеногенез (Глюкоза → гликоген).

Для того чтобы молекула глюкозы присоединилась к молекуле цепи гликогена она должна пройти в клетку через мембрану с помощью белка-переносчика. После прохождения в клетку глюкоза превращается в глюкоза-6-фосфат, что требует затраты 1 молекулы АТФ. Далее протекает еще несколько реакций и преимущественно при участии фермента гликогенсинтазы молекула глюкозы присоединяется к цепи гликогена.

Глюкоза-6-фосфат – фосфорилированная форма глюкозы, которая не будет диффундировать из клетки.

Одним из факторов стимулирующих заход глюкозы в клетки мышц и печени является инсулин, который также увеличивает активность фермента гликогенсинтазы.

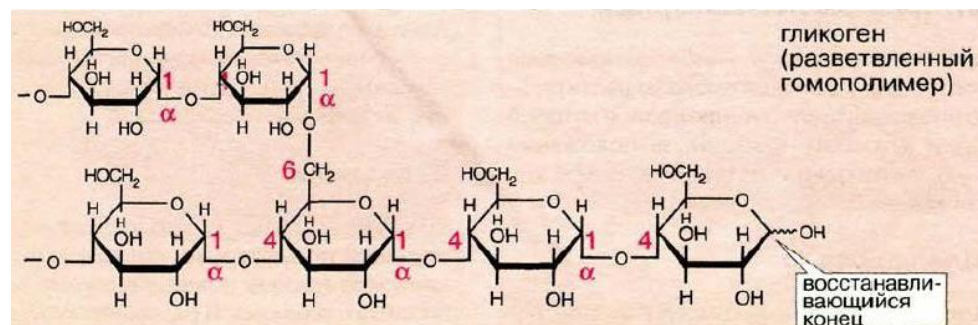


Рисунок 16 – Схема молекулярного строения гликогена

Глюкоза – это главное топливо организма, без которой невозможно поддержание его жизнедеятельности. Одной из задач организма является постоянное поддержание уровня глюкозы, как в крови, так и в клетках, поэтому при первой же возможности (при потреблении еды, богатой углеводами) организм начинает запасать глюкозу. Форма запасаания глюкозы – гликоген. Если глюкоза – это одно звено, то гликоген – это множество звеньев, связанных в одну структуру. Образование гликогена важный пункт хранения топлива на среднесрочный период. Гликоген в печени – это запас, с помощью которого регулируется, прежде всего, уровень глюкозы в крови. Гликоген также может запасаться в мышечной клетке для обеспечения ее бесперебойной работы при средней и высокой активности.

2. Гликогенолиз (Гликоген → глюкоза).

Примечание: процессы синтеза и расщепления гликогена разнонаправленные реакции и не могут происходить в клетке одновременно.

В периоды повышенных затрат энергии стимулируется распад гликогена (постепенное отщепление молекул глюкозы с концов цепи гликогена). Данный процесс называется гликогенолиз или расщепление гликогена и происходит он благодаря активации фермента **гликогенфосфорилазы**, который присоединяет к молекуле глюкозы фосфатную группу. Такой процесс разрушает связи, удерживающие глюкозу в составе цепи гликогена.

Характерно, что отщепляющаяся глюкоза от молекулы гликогена в печени может выходить в общее кровяное русло и участвовать в регулировании концентрации глюкозы в крови и в общем энергообеспечении организма, а глюкоза, которая отщепляется от молекулы гликогена в клетке мышцы, может быть использована только в энергообеспечении данной клетки.

При повышенных затратах энергии гормоны эпинефрин (адреналин) и норэпинефрин (норадреналин), а также глюкагон уменьшают активность гликогенсинтазы и стимулируют активность гликогенфосфорилазы, отщепляющего молекулы глюкозы от цепи гликогена.

Как только человек входит в стадию голода, организм начинает расходовать свои накопленные ресурсы. Концентрация анаболических гормонов (инсулин) уменьшается, а концентрация катаболических гормонов начинает расти (глюкагон, эпинефрин, норэпинефрин). Под действием последних, организм начинает активировать ферменты печени, приводящие к постепенному отщеплению молекулы глюкозы от цепи гликогена. Образовавшаяся глюкоза участвует в процессах образования энергии, различных катализаторов и также поступает в свободном виде в кровяной поток, поддерживая концентрацию глюкозы в крови, предотвращая ее чрезмерное снижение.

3. Гликолиз (Глюкоза → пируват).

Данный процесс происходит в цитоплазме клетки, где молекула глюкозы распадается на 2 молекулы **пирувата**. Глюкоза поступает либо из крови, либо из запасов гликогена. Когда затраты энергии слишком высоки, то энергообеспечение происходит по анаэробному пути, где пируват захватывает ионы водорода, превращаясь тем самым в молочную кислоту под действием **лактатдегидрогеназы**. Это позволяет более эффективно рециклировать буферной системе NAD^+ и выводить ионы водорода из клетки до того, как они приведут к чрезмерному закислению клетки, а следовательно, к усталости.

4. Цикл Кребса и Электронная транспортная цепь.

Мощность данной системы невысока и может адекватно проходить только при умеренных затратах энергии. Если потребности в энергии удовлетворяют способности цикла Кребса в ресинтезе АТФ, то большая часть пирувата, образовавшаяся при гликолизе превращается в митохондриях в АцКоА. Конвертация пирувата в АцКоА происходит путем отщепления CO_2 и присоединения коэнзима А.

Примечание: витамин В (пантотеновая кислота) – необходимый компонент коэнзима А, поэтому при дефиците его в организме способности организма по обеспечению энергией будут ниже.

Для нормального протекания цикла Кребса необходимо соблюдения 2-х условий:

1) Наличие топлива, которым могут служить не только глюкоза, но и аминокислоты и жирные кислоты.

2) Наличие катализатора – щавелеуксусной кислоты (оксалоацетата).

Без катализатора цикл Кребса будет замедляться, а АцКоА – накапливаться. Оксалоацетат в должном количестве может производиться только из пирувата – продукта распада глюкозы. При недостатке углеводов в рационе, следовательно, и глюкозы в организме синтез катализатора цикла Кребса снижается и цикл Кребса замедляется. Именно поэтому, люди, находящиеся на низкоуглеводной диете, чувствуют себя вялыми и лишенными энергии.

При снижении концентрации глюкозы в крови печени увеличивается производство АцКоА из жиров. В условиях сниженного количества глюкозы, накопившееся количество «неиспользованного» АцКоА, начинает конвертироваться в кетоновые тела, которые после отправляются к тканям, легко проходят клеточную мембрану и внутри клетки реконвертируются обратно в АцКоА и могут быть более просто использованы в цикле Кребса, даже в условиях пониженной концентрации катализатора (оксалоацетата).

Цикл Кребса и электронная транспортная цепь – основной механизм экономного и высокоэффективного энергообеспечения клетки. Источником топлива могут быть глюкоза, аминокислоты и жирные кислоты. В условиях хорошего питания (отсутствия дефицита энергии и углеводов) основным источником топлива является глюкоза, а в условиях легкой активности могут подключаться и жирные кислоты. Формулировка «источник топлива» означает, что сама глюкоза непосредственно в цикле Кребса не участвует, но из нее образуется топливо (глюкоза → пируват → АцКоА) – АцКоА. Важным условием для нормального прохождения всех реакций цикла Кребса является присутствие катализатора (оксалоацетат), который производится только из пирувата, т. е. при наличии глюкозы. При понижении концентрации глюкозы в крови в энергообеспечение организма все больше начинают подключаться жирные кислоты, однако при серьезном недостатке глюкозы в связи с нехваткой катализатора, жиры в цикле Кребса эффективно использоваться не смогут и организм начнет подключать режим аварийного энергообеспечения – кетоновые тела.

5. Глюконеогенез (Неуглеводы → глюкоза).

Глюконеогенез происходит преимущественно в печени и частично может происходить в почках в периоды нехватки глюкозы. Следующие вещества могут быть материалом для производства глюкозы:

- пируват;
- лактат (молочная кислота);
- аминокислоты;
- глицерин.

Все эти компоненты уже есть в печени, либо могут быть экспортированы из мышц (пируват, лактат).

Использование первичных субстратов в глюконеогенезе происходит в различных физиологических состояниях. Так, в условиях голодания часть тканевых белков распадается до аминокислот, которые затем используются в глюконеогенезе. При распаде жиров образуется глицерин, который через диоксиацетонфосфат включа-

ется в глюконеогенез. Лактат, образующийся при интенсивной физической работе в мышцах, затем в печени превращается в глюкозу. Следовательно, физиологическая роль глюконеогенеза из лактата и из аминокислот и глицерина различна. Синтез глюкозы из пирувата протекает, как и при гликолизе, но в обратном направлении.

Цикл Кори (глюкозно-лактатный цикл). Глюкозно-лактатный цикл – это циклический процесс, объединяющий реакции глюконеогенеза и реакции анаэробного гликолиза. Глюконеогенез происходит в печени, субстратом для синтеза глюкозы является лактат (молочная кислота), поступающий в основном из эритроцитов или мышечной ткани.

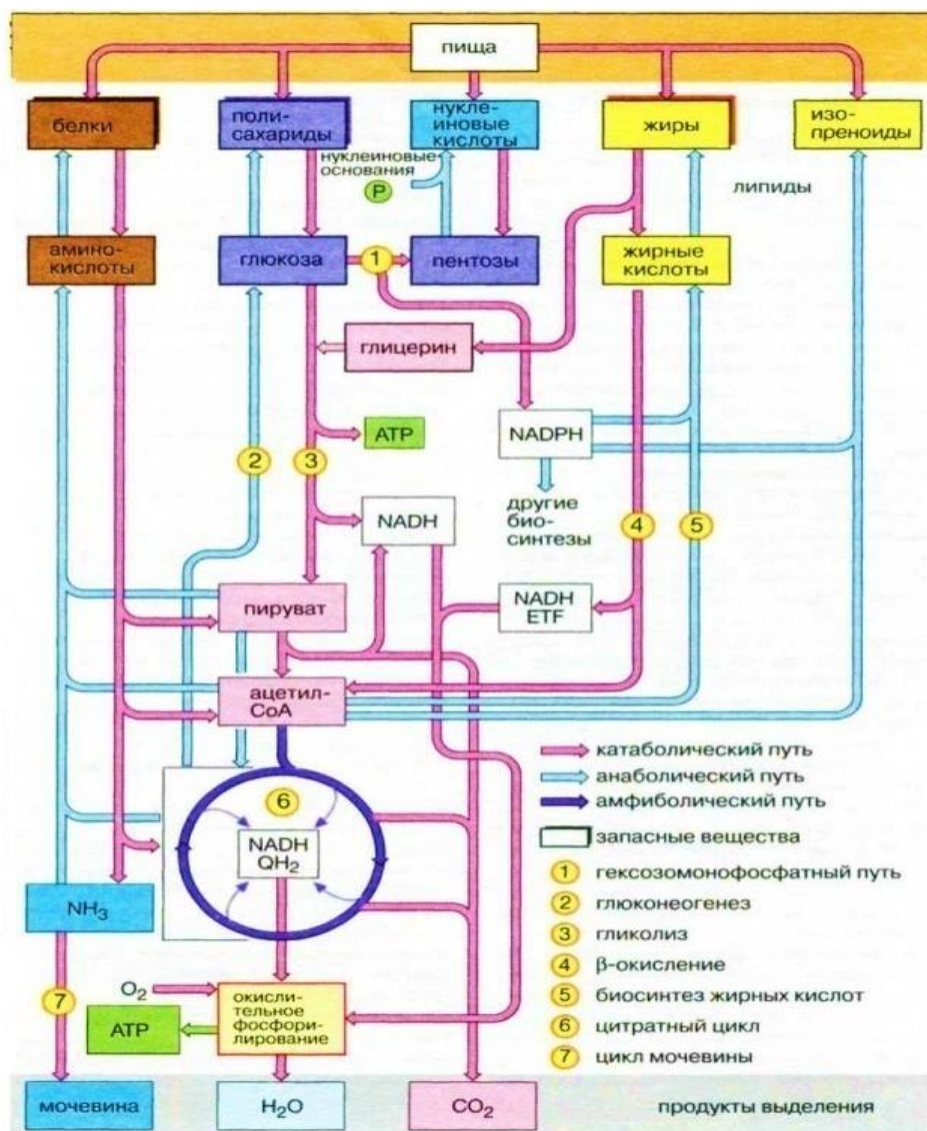


Рисунок 17 – Метаболизм макронутриентов

В эритроцитах молочная кислота образуется непрерывно, так как для них анаэробный гликолиз является единственным способом образования энергии. В скелетных мышцах высокое накопление молочной кислоты (лактата) является следствием гликолиза при очень интенсивной, субмаксимальной мощности, работе, при этом внутриклеточный pH снижается до 6,3–6,5. Но даже при работе низкой и средней интенсивности в скелетной мышце всегда образуется некоторое количество лактата. Клеточная мембрана высоко проницаема для лактата и он движется по градиенту концентрации наружу. Поэтому во время и после нагрузки (при восстановлении) лактат легко удаляется из мышцы. Это происходит довольно быстро, всего через 0,5–1,5 часа в мышце лактата уже нет. Малая часть молочной кислоты выводится с мочой.

Большая часть лактата крови захватывается гепатоцитами (клетки печени), окисляется в пировиноградную кислоту и вступает на путь глюконеогенеза. Глюкоза, образованная в печени, используется самими гепатоцитами или возвращается обратно в мышцы, восстанавливая во время отдыха запасы гликогена. Также она может распределиться по другим органам [4, 15].

Вода и ее роль в организме

В организме взрослого человека вода составляет 60% общей массы тела. Однако, содержание воды в разных тканях неодинаково. В соединительной и опорной тканях – ее меньше, чем в печени и селезенке, где она составляет 70–80%.

В организме вода распределяется внутри клеток и снаружи клеток. Внеклеточная жидкость содержит примерно 1/3 всей воды, в ней много ионов натрия, хлориды и бикарбонаты; во внутриклеточной жидкости, включающей 2/3 запасов воды, сосредоточены калий, анионы фосфатных эфиров и белки.

Вода поступает в организм человека в двух формах: в виде жидкости – 48% и в составе плотной пищи – 40%. Остальные 12% образуются в процессах метаболизма пищевых веществ.

Процесс обновления воды в организме происходит с большой скоростью: так, в плазме крови за 1 минуту обновляется 70% воды. В обмене воды участвуют все ткани организма, но наиболее интенсивно:

- почки;
- кожа;
- легкие;
- желудочно-кишечный тракт.

Главным органом, который регулирует водно-солевой обмен, являются почки. В зависимости от условий деятельности и состава потребляемой жидкости и пищи количество мочи может составлять от 0,5 до 2,5 л в день.

Потеря воды через кожу происходит путем потоотделения и прямого испарения. В последнем случае обычно выделяется 200–300 мл воды в день, тогда как количество пота в большей степени зависит от условий окружающей среды и характера физической нагрузки.

С выдыхаемым воздухом через легкие выделяется в виде паров до 500 мл воды. Это количество возрастает по мере увеличения физической нагрузки на организм. Обычно вдыхаемый воздух содержит 1,5% воды, тогда как выдыхаемый – около 6%.

Активную роль в регуляции водно-солевого обмена играет желудочно-кишечный тракт, в который непрерывно выделяются пищеварительные соки, а их общее количество может достигать 8 л в сутки. Большая часть этих соков всасывается вновь и из организма выделяется с калом не более 4%.

К органам, участвующим в регуляции водно-солевого обмена, относится и печень, способная задерживать большое количество жидкости [3].

При потере жидкости у человека (особенно спортсмена) появляются симптомы, указанные в таблице 14.

Таблица 14

Симптомы потери жидкости

<i>Процент потерянной воды организмом</i>	<i>Сопутствующие симптомы</i>
1%	чувство жажды;
2%	снижение выносливости;
3%	снижение силы;
5%	снижение слюноотделения и мочеобразования, учащенный пульс, апатия, мышечная слабость, тошнота;
>20%	опасность для жизни.

Если потери воды превышают поступление и ее образование в организме, наблюдается обезвоживание. Это приводит к ступению крови, образованию тромбов в кровеносных сосудах, нарушению снабжения тканей кислородом и ухудшению деятельности головного мозга.

Суточная потребность в воде для взрослых обычно составляет около 30–40 мл на 1 кг массы тела (от 2,3 до 2,7 л); у детей грудного возраста потребность в воде достигает от 120 до 150 мл на 1 кг массы тела [11, 14].

Таблица 15

Источники поступления воды в организм (по Мурашеву)

<i>Источник</i>			<i>Количество воды</i>
Окисление макронутриентов	окисление белков	100 г = 41 мл	до 400 мл
	окисление жиров	100 г = 107 мл	
	окисление	100 г = 35 мл	
Вода, получаемая из пищевых продуктов			500–800 мл
Дополнительно в виде свободной жидкости			1000–1500 мл

Таблица 16

Содержание воды в пищевых продуктах (по Хохловой)

<i>Продукт</i>	<i>Содержание H₂O, %</i>	<i>Продукт</i>	<i>Содержание H₂O, %</i>
Зерно и мука	12–15%	Овощи свежие	65–95%
Хлеб печеный	23–48%	Говядина	58–74%
Крахмал	13–20%	Рыба	62–84%
Плоды сушеные	12–25%	Молоко	87–90%
Плоды свежие	75–90%	Пиво	86–91%
Сахар	0,15–0,40%	Поваренная соль	1–3%

Примечание: на практике и расчетах нигде не учитывается, данная информация дана только для более глубокого понимания неочевидных источников воды.

Учебное задание 1.

1. Определить источники макронутриентов:
 - а) Белка – ...
 - б) Углеводов – ...
 - в) Холестерина – ...
2. Схематично отобразить этапы усвоения макронутриентов. Осуществить анализ каждого из этапов.

Учебное задание 2.

1. Произвести расчет индивидуальной нормы суточного потребления воды на основании собственной массы тела.
2. Заполнить таблицу «Классификация жиров и их основные источники».

<i>Насыщенные жиры</i>	<i>Ненасыщенные жиры</i>		

Витамины и витаминоподобные соединения

Витамины – это группа органических соединений, которые обладают выраженной биологической активностью.

Витамины входят в состав более 100 ферментов и регулируют множество физиологических процессов, включая метаболизм углеводов, белков, жиров, использование клетками кислорода, синтез гемоглобина и другие функции, тесным образом связанные с энергообменом и составляющие основу физической работоспособности.

Витамины – жизненно необходимые соединения, то есть без них невозможна нормальная работа организма. Заменить их ничем нельзя. При отсутствии витаминов или их недостатке в рационе обязательно развивается определенное, причем часто повторяющееся, заболевание или нарушается здоровье в целом.

«Вита» – по латыни означает жизнь, а амин – это химическое соединение азота NH₃, то есть «жизненный амин». В дальнейшем выяснилось, что в природе существует много различных по химическому составу витаминов, причем большинство из них не содержит аминокруппу. В состав витаминов входит углерод (С), водород (Н), кислород (О), азот (N), сера (S), фосфор (P) и некоторые другие химические элементы.

Большинство из витаминов не могут синтезироваться в организме человека или же синтезируются в недостаточном количестве, поэтому крайне необходимо их поступление с пищей [5].

Адекватный уровень потребления – это уровень суточного потребления витамина, установленный на основании расчетных или экспериментально определенных величин или оценок потребления группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным (используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления не может быть определена (МР, 2004).

Верхний допустимый уровень потребления – наибольший уровень суточного потребления витамина, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически у всех лиц из общей популяции.

По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает (МР, 2004).

По Адекватному уровню потребления и Верхнему допустимому уровню потребления нормы России выше, чем нормы США, кроме витамина С, витамина D, холина, фолиевой кислоты по Верхнему допустимому уровню.

Потребность в витаминах всегда возрастает при систематических физических нагрузках (тренировках). На каждую дополнительную тысячу килокалорий потребность в витаминах возрастает на 33%.

Однако, в настоящее время в целом, предпочтение отдается стратегии правильного подбора пищевых продуктов (по содержанию витаминов) по сравнению с использованием витаминных препаратов.

Позиция большинства специалистов по спортивному питанию относительно проблемы обеспеченности рационов спортсменов витаминами (Chen, 2000):

1. Недостаточная обеспеченность витаминами организма спортсмена может снизить физическую работоспособность. Применение витаминных препаратов спортсменами с симптомами витаминной недостаточности позволяет улучшить физическую форму.

2. Дополнительный прием витаминов уместен при недостаточной обеспеченности витаминами рациона, примером могут являться случаи нарушения пищевого поведения, применение низкокалорийных рационов.

3. Дополнительное применение витаминов спортсменами в случае хорошо сбалансированного питания не представляется необходимым.

4. Физическая активность низкой/умеренной интенсивности не оказывает влияния на витаминный статус спортсмена, если в рационе присутствуют рекомендуемые количества витаминов. Режим высокоинтенсивных тренировок диктует необходимость контроля витаминного статуса спортсмена даже в случае соответствия содержания витаминов в рационе рекомендуемым нормам.

5. Употребление избыточных количеств витаминов опасно для здоровья в связи с их накоплением до токсического уровня (для жирорастворимых витаминов) и/или дисбалансом (для водорастворимых витаминов).

Провитамины (биохимические предшественники витаминов) – вещества, не синтезирующиеся в организме человека, которые поступают с пищей, в процессе обмена веществ преобразовываются в витамины.

Например, провитамином для синтеза витамина А являются каротиноиды и бета-каротин.

Классификация витаминов

1. Жирорастворимые витамины

Витамин А: ретинол, ретинолацетат, ретиналь, ретиноевая кислота.

Витамин D (кальциферолы): эргокальциферол (витамин D2), холекальциферол (витамин D3).

Витамин Е: токоферолы (α -, β -, γ -, δ -).

Витамин К: 2-Метил-3-фитил-1,4-нафтохинон (филлохинон, витамин K1); 2-Метил-1,4-нафтохинон (менадион, витамин K3).

2. Водорастворимые витамины

Витамины, представленные преимущественно одним соединением: В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В5 (пантотеновая кислота), Н (биотин), С (аскорбиновая кислота).

Семейства витаминов – Витамин (В6): пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин; Ниацин (витамин РР): никотиновая кислота, никотинамид; Фолицин: фолиевая кислота, тетрагидрофолиевая кислота и ее производные; Кобаламины (Витамин В12): цианокобаламин, оксикобаламин, метилкобаламин.

3. Витаминоподобные соединения.

Незаменимые пищевые вещества с пластической функцией: холин, витамин Н1, витамин Р, В13, липоевая кислота.

Биологические активные вещества, синтезируемые в организме человека: липоевая кислота, оротовая кислота (В13), карнитин (L-изомер).

Фармакологические активные вещества пищи: биофлавоноиды (витамин F), метилметионинсульфоний (витамин U), пангамовая кислота (витамин В15).

Факторы роста микроорганизмов: парааминобензойная кислота (витамин В10, витамин Н1).

Витаминоподобные соединения являются «условно» незаменимыми веществами, и их действие схоже с действием витаминов на организм.

В отличие от обычных витаминов они частично образуются в организме и иногда входят в структуру тканей.

Витаминоподобные вещества играют важную роль в мыслительной деятельности человека, обменных процессах, защите клеток от негативного ультрафиолетового воздействия. Также они могут останавливать или замедлять образование злокачественных клеток.

Кроме деления на водорастворимые, жирорастворимые и витаминоподобные вещества все витамины еще делятся на следующие вещества:

1. **Энзимовитамин** (B1, B2, PP, B6, B12, H, пантотеновая и фолиевая кислоты). В зависимости от структуры могут служить коферментами (производные витаминов, необходимые для каталитического действия ферментов) энзимов («энзим» используют в англо- и французской научной литературе, «фермент» – в русской и немецкой).

2. **Гормоновитамин** (A, D, K, F). После специфических преобразований выступает в качестве прогормонов и гормонов (например, из витамина A – ретиноевая кислота; из витамина D – кальцитриол; из витамина F – арахидоновая кислота, из которой синтезируются внутриклеточные гормоны: лейкотриены, тромбоксаны, простагландины, простациклины).

3. **Редокс-витамины** или витамин-антиоксиданты (A, C, E, липоевая кислота, биофлавоноиды, полифенолы). Имеют сопряженную систему, способны реагировать со свободными радикалами, обеспечивая защиту.

Витамины должны употребляться в совокупности, так как зачастую это дает эффект синергизма. Например, витамин B2 активизирует витамин B6, а витамины B1, B2, B6 и B12 вместе извлекают энергию из углеводов белков и жиров, отсутствие хотя бы одного из них в этой группе замедляет работу остальных.

Синергистами также являются:

- витамин-антиоксиданты (E, C, A);
- аскорбиновая кислота (витамин C) и тиамин (витамин B1).

Однако есть ряд витаминов, совместный прием которых дает прямо противоположный эффект. При употреблении их вместе, один будет усваиваться гораздо хуже другого.

Такой эффект антагонизма присущ:

- ретинолу (витамин A) и филлохинонам (витамин K);
- пиридоксину (витамин B6) и токоферолам (витамин E);
- аскорбиновой кислоте (витамин C) и цианокобаламину (витамин B12).

Эти витамины категорически нельзя назначать в одном шприце инъекций.

Причинами неадекватной обеспеченности организма витаминами являются:

I. Алиментарная недостаточность витаминов.

а) Недостаточное содержание витаминов в суточном рационе питания.

б) Разрушение витаминов при неправильной кулинарной обработке и хранении пищи.

в) Действие антивитаминовых факторов, содержащихся в продуктах.

г) Нарушение соотношений между витаминами и другими нутриентами, а также между отдельными витаминами в рационе.

д) Анорекция.

е) Пищевые извращения, религиозные запреты на ряд продуктов.

II. Угнетение нормальной кишечной микрофлоры.

- а) Заболевания желудочно-кишечного тракта.
- б) Длительные курсы антибактериальной терапии.

III. Нарушения ассимиляции витаминов.

- а) Нарушение всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте:

- врожденные дефекты транспортных и ферментных механизмов всасывания;
- заболевания желудка, кишечника, гепатобилиарной системы;
- конкурентные отношения с всасыванием других витаминов и нутриентов.

- б) Утилизация поступающих с пищей витаминов кишечными паразитами и патогенной кишечной микрофлорой.

- в) Нарушение образования биологически активных и транспортных форм витаминов:

- наследственные аномалии;
- приобретенные заболевания, действие токсических и инфекционных агентов.

- г) Антивитаминное действие лекарственных веществ.

IV. Повышенная потребность организма в витаминах.

- а) Дети, подростки.

- б) Беременные женщины и кормящие матери.

- в) Интенсивная физическая нагрузка.

- г) Стрессовые состояния.

- д) Особые климатические условия.

- е) Заболевания внутренних органов и желез внутренней секреции.

- ж) Инфекционные заболевания и интоксикации.

Авитаминозы развиваются при отсутствии поступления не синтезируемых эндогенно витаминов и характеризуются яркой клинической картиной (например, цинга при отсутствии аскорбиновой кислоты). Гиповитаминозы встречаются при недостаточном поступлении витаминов, при этом имеют место менее специфичные и яркие клинические проявления.

Коррекция гиповитаминозов только витаминными препаратами иногда не дает должного эффекта без введения в рацион достаточного количества белков, а также тех или иных макро- или микроэлементов. Микроэлементы присутствуют в структуре многих витаминозависимых коферментов, поэтому симптомы витаминной недостаточности часто зависят от дефицита апофермент-витамин-минерального комплекса.

Многие расстройства обмена веществ при авитаминозах обусловлены нарушениями деятельности или активности ферментных систем, поскольку многие витамины входят в состав простетических групп ферментов. Считается, что витамины регулируют обмен веществ не непосредственно, а опосредованно через ферментные системы, в состав которых они входят.

Минеральные вещества

Минеральные вещества составляют значительную часть человеческого тела. В костях они представлены в виде кристаллов, в мягких тканях – в виде коллоидных растворов, обычно в тесной связи с белками. Примерно треть всех ферментов содержится в своем составе металл или активируется металлом.

Минеральные вещества катализируют обмен веществ в организме, участвуют в пластических процессах построения различных тканей, принимают участие в кроветворении, влияют на защитные функции организма, участвуют в кислотно-щелочных реакциях, ферментативной и гормональной деятельности организма [153].

Классификация минеральных веществ (по Смоляру)



Содержание в организме отдельно взятых минеральных веществ сильно отличаются. Так, макроэлементы содержатся в количествах, измеряемых десятками и сотнями миллиграммов на 100 грамм живой ткани. Микроэлементы присутствуют в низких концентрациях, выраженных единицами, десятками и меньшими долями миллиграмма на 100 г живой ткани.

Потребность в минеральных веществах отдельно взятого человека существенно отличается и колеблется в зависимости от его деятельности и ритма жизни.

При занятиях спортом потребность в поступлении и минеральных веществ и витаминов возрастает, что обусловлено значительными нервно-эмоциональными и физическими нагрузками и потерями водорастворимых соединений с потом и их усиленным расходом на обеспечение обмена белков, жиров и углеводов, которые в повышенном количестве поступают с пищей.

Таблица 17

Суточная потребность спортсменов некоторых видов спорта в минеральных веществах, мг (по Волгареву)

Вид спорта	Минеральные вещества				
	Ca	P	Fe	Mg	K
Гимнастика, фигурное катание	1000–1400	1250–1750	25–35	400–700	4000–5000
Легкая атлетика:					
бег на короткие дистанции и прыжки	1200–2100	1500–2500	25–40	500–700	4500–5500
бег на средние и длинные дистанции	1600–2300	2000–2800	30–45	600–800	5000–6500
бег на сверхдлинные дистанции и спортивная ходьба на 20 и 50 км	1800–2800	2200–3500	35–45	600–800	5500–7000
Плавание и водное поло	1200–2100	1500–2600	25–40	500–700	4500–5500
Борьба и бокс	2000–2400	2500–3000	20–35	500–700	5000–6000
Тяжелая атлетика, метания	2000–2400	2500–3000	20–35	500–700	4000–6500

Вид спорта	Минеральные вещества				
	Ca	P	Fe	Mg	K
Велоспорт:					
гонки на треке	1300–2300	1600–2800	25–30	500–700	4500–6000
гонки на шоссе	1800–2700	2250–3400	30–40	600–800	5000–7000
Конькобежный спорт	1200–2300	1500–2800	25–40	500–700	4500–6500
Футбол, хоккей	1200–1800	1500–2250	25–30	450–650	4500–5500
Баскетбол, волейбол	1200–1900	1500–2370	25–40	450–650	4000–6000
Лыжный спорт:					
короткие дистанции	1200–2300	1500–2800	25–40	500–700	4500–5500
длинные дистанции	1800–2600	2300–3250	30–45	600–800	5000–7000

При недостатке или избытке минеральных веществ в организме человека возникают специфические нарушения, которые приводят к заболеваниям.

Таблица 18

Основные лечебно-профилактические эффекты витаминов, макро- и микроэлементов при воздействии экстремальных факторов (по Лосеву)

Эффект	Краткая характеристика эффекта	Витамины	Элементы	
			Макро-	Микро-
Антиоксидантный	Торможение процесса окисления, повышение устойчивости организма к воздействию стрессовых факторов.	В-каротин, А, С, Е		Se, Zn, Mn, Cu
Адаптационно-трофический	Оптимизация функционального состояния ЦНС, обмена веществ и трофики тканей.	В1, В2, РР, В6, В15, А, С, Е	Р, Mg, К, S	Se, Zn
Антиинфекционный	Повышение устойчивости организма к инфекциям, стимуляция выработки антител, усиление фагоцитоза, защитных свойств кожи и слизистых, нейтрализация токсинов.	С, А, витамины группы В, Е	Ca	Zn, Mn, Li, Si
Антианемический	Нормализация и усиление кроветворения.	В12, С, В		Fe, Co, Mn

Эффект	Краткая характеристика эффекта	Витамины	Элементы	
			Макро-	Микро-
Антигипоксический	Поддержание окислительно-восстановительных процессов при снижении доставки кислорода к тканям или нарушении тканевого дыхания.	B1, B2, B5, B6, B15, C, A, E	S	Se, Zn, Fe, Co, Mn
Детоксирующий	Повышение способности печени инактивировать и выводить токсические или чужеродные вещества.	B2, PP, B6, B12, B15, холин, липоевая кислота, L-карнитин, F	Mg	Zn, Cu, Fe, Se
Нормализация жирового обмена	Снижение уровня холестерина, профилактика атеросклероза, ускорение распада жиров в организме.	B6, B15, холин, липоевая кислота, пантотеновая кислота, U		Cr, Zn, Mo, Se
Нормализация углеводного обмена	Ускорение окисления глюкозы, облегчение ее захвата клетками и снижение концентрации в крови (в том числе при сахарном диабете), снижение уровня молочной кислоты.	B1, B5, липоевая кислота	Mg	Cr, Zn, Mn
Анаболический	Стимуляция синтеза структурных и сократительных белков, процессов регенерации и восстановления, повышение активности ферментов пластического обмена.	B1, B2, PP, B5, B6, фолиевая кислота, B12, B15, F, U	S, P, Mg	Zn, Co, Cr, Mo
Нейротропный	Усиление синтеза медиаторов (ацетилхолина, серотонина, ГАМК, дофамина) в ЦНС и миелина (защитного компонента оболочки нервных стволов).	B1, B2, B6, PP, B12, F, E, U	S, Mg, P	Se, Zn, Fe, Li

Нарушение усвоения минеральных веществ

1. Нарушение всасывания минеральных веществ в желудочно-кишечном тракте при его заболеваниях (энтериты, энтероколиты, синдром недостаточного всасывания и т.д.). Так, например, у лиц с нарушенным всасыванием жиров (стеаторея – выведение неусвоенного жира с калом) жирные кислоты связываются с кальцием и образуют нерастворимые соли, которые не усваиваются организмом. Всасывание органических соединений фосфора зависит от расщепления их кишечными фосфатазами. Возникновение железодефицитной анемии отмечается при пониженной кислотности желудочного сока.

2. Нарушение обмена минеральных веществ при эндокринных заболеваниях (аддисонова болезнь, при которой происходит нарушение электролитного обмена с явлениями гипонатриемии и гиперкалиемии); гипопаратиреоз – нарушение обмена кальция, заболевания щитовидной железы – нарушения обмена йода и др.

3. Нарушение усвоения в связи со связыванием минеральных элементов и переводом их в малоусвояемую форму. Установлено, что избыточное содержание в рационе фитиновой кислоты злаков, фосфатов, щавелевой кислоты способствует связыванию калия, железа, цинка в нерастворимые соединения, плохо всасывающиеся в кишечнике. Действие лекарственных средств. Усиление выведения большинства минеральных веществ, особенно калия, после приема мочегонных препаратов, усиленное выведение хрома при лечении инсулином [8].

Таблица 19

Фитохимические вещества (по Лобановой)

<i>Класс</i>	<i>Пищевые источники</i>	<i>Действие</i>
Фитоэстрогены (изофлавоны)	Соевые продукты, льняное семя, семена и гайки, батат, люцерна и красные ростки клевера, корень солодки.	Может блокировать некоторые виды канцерогенов. Помощь в менопаузе. Улучшение памяти.
Фитостеролы	Растительные масла, кукуруза, соя, кунжут, сафлор, пшеница, тыква.	Снижение роли гормонов в развитии онкологии. Снижение холестерина.
Сапонины	Ямс, свекла, фасоль, капуста, орехи, соя.	Может снижать или вовсе предотвращать рост и деление раковых клеток.
Терпены	Морковь, батат, зимний кабачок, сладкий картофель, яблоки, дыня.	Антиоксидантное – защищает ДНК от повреждения свободными радикалами.
	Томаты и продукты на их основе.	Защита от UVA и UVB (длинноволновой и средневолновой диапазон лучей солнца). Снижение риска онкологии (простаты и др.).
	Цитрусовые (флавоноиды), яблоки (кверцетин).	Повышает количество защитных ферментов. Проявляет антисептические свойства.
	Шпинат, капуста, свекла, репа, капуста.	Защищает глаза от дегенерации желтого пятна (важная часть сетчатки глаза).
	Красный перец чили.	Предотвращает связывание канцерогенов с ДНК.
Фенолы	Фенхель, петрушка, морковь, люцерна, капуста, яблоки.	Снижает свертываемость крови. Может иметь противоопухолевые свойства.
	Цитрусовые, брокколи, капуста, огурцы, зеленый перец, помидоры.	Антиоксиданты-флавоноиды блокируют мембранные рецепторы некоторых гормонов.

<i>Класс</i>	<i>Пищевые источники</i>	<i>Действие</i>
	Семена винограда, яблоки.	Сильные антиоксидантные свойства. Борьба с микробами и бактериями. Укрепление иммунной системы, вен и капилляров.
	Виноград (особенно кожа ягод).	Антиоксидантные и антимуtagenные свойства. Способствуют детоксикации. Действуют как ингибиторы канцеро-
	Желтая и зеленая тыква.	Антигепатоксические и противоопухолевые свойства.
Соединения серы	Чеснок и лук.	Активация ферментов печени. Подавление синтеза холестерина. Снижение уровня триглицеридов. Понижение кровяного давления. Улучшение иммунной реакции. Борьба с инфекциями, микробами и паразитами.

Пищевая аллергия

Пищевая аллергия – это любая аллергическая реакция на нормальную безвредную пищу или пищевые ингредиенты. Какой-либо один вид еды может содержать множество пищевых аллергенов. Как правило, это белки и гораздо реже – жиры и углеводы. При аллергии иммунная система вырабатывает антитела в количестве, превышающем норму, делая тем самым организм настолько реактивным, что он воспринимает безвредный белок так, как если бы это был инфекционный агент.

Если иммунная система не вовлечена в процесс, то это не пищевая аллергия, а непереносимость пищи (псевдоаллергия), связанная с повышением выделения гистамина, имеет дозозависимый характер.

Таблица 20

Продукты с алергизирующей активностью (по Калымбек А.С.)

<i>Продукты с высокой сенсibilизирующей активностью</i>	<i>Продукты со средней алергизирующей активностью</i>	<i>Продукты со слабой алергизирующей активностью</i>
Яйца Рыба Икра Морепродукты Какао Шоколад Грибы Мед Морковь Помидоры	Персики Абрикосы Клюква Бананы Зеленый перец Картофель Горох Рис Кукуруза Гречка	Зеленые и желтые яблоки и груши Белая смородина, белая черешня Крыжовник Кабачки Патиссоны Кисломолочные продукты Конина Нежирная баранина Слива Арбуз Зеленый огурец Тыква светлых тонов

Учебное задание 3

1. Различать витамины и витаминоподобные вещества. Схематично изобразить классификацию витаминов.
2. Классифицировать уровни потребления витаминов. Анализировать биологическую роль витаминов, а также последствия гипо- и гипervитаминоза.

Учебное задание 4

1. Провести анализ суточной потребности в минеральных веществах на примере избранного вида спорта.
2. Классифицировать по степени важности основные лечебно-профилактические эффекты витаминов и минеральных веществ на примере избранного вида спорта.

Раздел 2.

ПИЩЕВОЙ СТАТУС ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ

Цель раздела: формирование навыка коррекции рациона питания на основании уровня основного обмена с учетом пищевого статуса человека.

Задачи раздела:

1. Формировать умение применять средства, методы и формы определения пищевого статуса человека на основании нутриметабологаммы.
2. Формировать умение разработки рациона питания на основе предложенного алгоритма.

В результате изучения раздела обучающийся должен:

знать:

- основы коррекции рациона питания;
- основные принципы коррекции избыточной массы тела;

уметь:

- составить рациональную диету;
- анализировать и корректировать ошибки при составлении и освоении диетических программ;
- осуществить качественный и количественный анализ рациона питания с использованием пирамиды питания с детальным качественным анализом каждого этажа пирамиды;

- составить план коррекции рациона и режима питания;

владеть:

- способами разработки индивидуальной пирамиды питания на основе однодневного рациона;
- методиками расчета и оценки индекса массы тела;
- методами определения потребностей в энергии и пищевых веществах с использованием таблиц в нормативных документах;
- методами оценки суточной потребности в энергии на основании уровня основного обмена;
- методиками расчета потребности в белках, жирах и углеводах на основании их процентного соотношения от суточной потребности в энергии;

иметь опыт:

- определения уровня основного обмена и потребности в белках с использованием экспресс расчетов;
- определения калорийности, содержания белков, жиров и углеводов с использованием программы «Калькулятор дневного рациона»;
- сопоставления содержания энергии и пищевых веществ в рационе индивидуальных норм физиологических потребностей.

У.Э. 2.1. Алиментарно-зависимые заболевания

Питание должно поддерживать молекулярный состав организма и обеспечивать его энергетические и пластические потребности.

В настоящее время из всех теорий питания конкурентно способными являются две, но лишь одна из них может предупреждать алиментарно-зависимые заболевания.

Таблица 21

Постулаты теорий питания

<i>Теория сбалансированного питания</i>	<i>Теория адекватного питания</i>
Питание поддерживает молекулярный состав и возмещает энергетические и пластические расходы организма.	Человек и высшие животные в метаболическом и трофическом отношениях представляют собой не организмы, а, в сущности, надорганизменные системы, включающие в себя, кроме макроорганизма, микрофлору его желудочно-кишечного тракта – микробиоценоз, точнее, внутреннюю экологию организма, или эндоэкологию. Между организмом хозяина и микрофлорой его пищеварительного аппарата поддерживаются положительные симбиотные взаимоотношения.
Идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ соответствует их расходу.	
Утилизация пищи осуществляется самим организмом.	
Поступление пищевых веществ обеспечивается в результате разрушения структур пищи и всасывания полезных веществ – нутриентов, необходимых для метаболизма, пластических и энергетических потребностей организма.	Питание и усвоение пищи связаны не только с одним потоком во внутреннюю среду организма нутриентов, освобождающихся в результате переваривания пищи, но и с существованием по крайней мере еще трех потоков: <i>Первый</i> – жизненно важный поток регуляторных веществ – гормонов и гормоноподобных соединений. В сущности, этот поток состоит из двух – эндогенного (гормоны, продуцируемые эндокринными клетками пищеварительного аппарата) и экзогенного (экзогормоны, образующиеся преимущественно при расщеплении пищевых веществ в желудочно-кишечном тракте). <i>Второй</i> – состоит из балластных веществ пищи (преимущественно клетчатка), модифицированных бактериальной флорой кишечника, и также биологически важен, так как с ним во внутреннюю среду организма поступают вторичные нутриенты.
Пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению: нутриентов, балластных веществ или пищевых волокон (от которых она может быть очищена) и вредных токсических соединений.	<i>Третий</i> – токсические соединения из токсических веществ пищи, а также токсические бактериальные метаболиты, образующиеся в желудочно-кишечном тракте за счет деятельности бактериальной флоры.

<i>Теория сбалансированного питания</i>	<i>Теория адекватного питания</i>
Многие нутриенты, способные к всасыванию и ассимиляции, освобождаются при ферментативном гидролизе сложных органических соединений за счет полостного (внеклеточного) и внутриклеточного пищеварения.	Баланс пищевых веществ в организме достигается в результате освобождения конечных продуктов, способных к всасыванию, за счет полостного и мембранного (в ряде случаев внутриклеточного) пищеварения, а также вследствие синтеза новых соединений, в том числе незаменимых, бактериальной флорой кишечника. Относительная роль первичных и вторичных нутриентов варьирует в широких пределах.
Метаболизм организма зависит от уровня аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и некоторых солей.	Роль питания в формировании физиологических и психологических стандартов человека еще более возрастает в результате открытия функций некоторых аминокислот как нейротрансмиттеров и как их предшественников.

К сожалению, на основе теории сбалансированного питания разработаны практические мероприятия, связанные с пищевыми ресурсами и питанием. На ней базируются все промышленные, агротехнические и медицинские разработки, которые сводятся к улучшению свойств потребляемой пищи за счет увеличения содержания нутриентов на фоне уменьшения доли балластных веществ. На этом принципе построена технология современной переработки продуктов животноводства и растениеводства, в том числе зерновых культур, а также приготовление очищенных муки и хлеба, рафинированных сахаров, масел, соков и т.д.

В настоящее время ясно, что практические следствия и рекомендации теории сбалансированного питания, стимулировали развитие ряда заболеваний, которые являются едва ли неглавными в цивилизованном человеческом обществе. Это обстоятельство можно объяснить тем, что идея улучшенной, обогащенной пищи лишь на первый взгляд прекрасна и гуманна. Действительно, можно сконструировать идеальную пищу, есть возможность хранить не огромное количество пищевых продуктов, а, отбросив «балласт», лишь ту их часть, которая необходима для питания; можно перевозить из одной части света в другую не все продукты, а только их компоненты, представляющие пищевую ценность, и т.д. Но на самом деле оказалось, что рафинированные пищевые продукты по многим признакам дефектны, а обогащенная пища служит причиной многих заболеваний.

Не менее важен вывод из теории сбалансированного питания, заключающийся в возможности прямого (парентерального) питания, т.е. питания непосредственно через кровь. Первоначально предполагалось, что главная трудность прямого питания обусловлена сложностями очистки необходимых компонентов пищи, вводимых в кровь. Это было преодолено химиками и технологами. Но после внутривенного введения даже хорошо очищенных питательных веществ возникают дефекты. Поэтому парентеральное питание, параллельное желудочно-кишечному, которое во многих случаях спасает больного, не сможет стать основным питанием здорового человека [22].

**Негативные факторы влияющие на развитие алиментарно-зависимых заболеваний
(по Королеву)**

<i>Название расстройства</i>	<i>Негативные факторы</i>	<i>Профилактика</i>
Сахарный диабет II типа	Избыточное потребление насыщенных жиров и высоко-углеводных рафинированных продуктов, наличие лишнего веса.	Контроль веса, контроль в потреблении жиров, сбалансированность содержания нутриентов, умеренное потребление высоко-углеводных рафинированных продуктов (не более 10% от общего количества углеводов).
Артериальная гипертензия	Избыточное поступление натрия, недостаточное потребления калия.	Уменьшение потребления соли до уровня менее 6 г/сутки и поддержание соотношения в рационе калия (за счет фруктов и овощей) и натрия, как 1–1,5: 1. Снижение потребления гидрогенизированных жиров и НЖК, снижение общего потребления жира до 30%. поддержание поступления с рационом ПНЖК и витамина Е.
Рак желудка	Большая доля в рационе солёно-копченых мясных продуктов и низкий уровень употребления овощей и фруктов.	
Рак печени	Комбинированное действие вирусов гепатита (В и С) и микотоксинов. Алкоголь.	
Рак толстого кишечника	Избыточная масса тела, избыток в питании жирных и высокобелковых продуктов и недостаток растительной пищи, особенно овощей, фруктов и цельнозерновых продуктов. Особую негативную роль играет так называемое красное мясо длительного хранения.	Обеспечение за счет структурированного рациона правильного функционирования ЖКТ, недопущение запоров.
Рак поджелудочной железы	Избыточная масса тела и ожирение.	Контроль веса и доли жирового компонента тела.
Рак легких	Курение.	Достаточное потребление ягод, фруктов и овощей.
Рак молочной железы и рак матки	Избыточная масса тела и ожирение.	
Рак почек	До 30% случаев – ожирение.	
Остеопороз	Длительно текущий алиментарный дефицит кальция и недостаточность витамина D.	Достаточное потребление и абсорбция кальция и витамина D.
Кариес	Повышенное употребление рафинированного сахара (более 20 кг в год).	Умеренное потребление рафинированного сахара (не более 6–10% от суточной калорийности, а также достаточное поступление фтора.

Алиментарная профилактика развития онкологических заболеваний основана, с одной стороны, на контроле массы тела, снижении употребления жира, алкоголя, соленых и копченых продуктов и обеспечении достаточного поступления пищевых волокон, витаминов-антиоксидантов, кальция, цинка, селена, а с другой стороны, на контроле химической и микробиологической безопасности пищи.



Рисунок 18 – Алиментарно-зависимые заболевания (по Фелику)

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод, что важнейшими факторами профилактики алиментарно-зависимых состояний и заболеваний являются:

1. Ликвидация существующего дефицита витаминов, макро- и микроэлементов (железа, кальция, йода, фтора, селена и др.).

2. Профилактика распространенных неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистых, онкологических, гипертонической болезни, нарушения обмена веществ и др.).

3. Повышение уровня образования специалистов в области науки о питании, а также населения в вопросах здорового питания, с широким привлечением средств массовой информации.

У.Э. 2.2. Индивидуальная пирамида питания

Пирамида питания или пищевая пирамида представляет собой схематически изображенную рекомендацию по рациональному питанию. Эта пирамида была разработана американскими диетологами Гарвардской школы общественного здоровья. Первый ее вариант, опубликованный в 1992 году, представлял собой поделенную на ярусы пирамиду. В основание пирамиды легли ежедневные физические нагрузки и контроль веса, а также достаточное потребление жидкости (не менее 1,5 л в день для женщин и 2 л для мужчин). Далее каждый ярус занимала та или иная группа продуктов.

Первоначально пирамида предназначалась для жителей США и была опубликована в рамках Dietary Guidelines for Americans (Диетологических Рекомендаций для Американцев), которые обновляются регулярно раз в 5 лет.



Рисунок 19 – Американская пирамида питания MyPyramid 2005 года и пирамида ВОЗ

Для многих спортсменов и людей, заботящихся о своем здоровье, рацион питания является важнейшим элементом. Пирамида здорового питания способствует организации правильного питания при интенсивных тренировках либо построению мускулатуры. Составлять рацион следует в зависимости от ценности разнообразных продуктов и сбалансированности питания. Графически пирамида является совокупностью правил, соответствующих сбалансированному питанию.

Однако и у нас в стране есть собственная пирамида питания одобренная ВОЗ американская версия пирамиды – она практически ничем не отличается от американской пирамиды MyPyramid 2005 года.

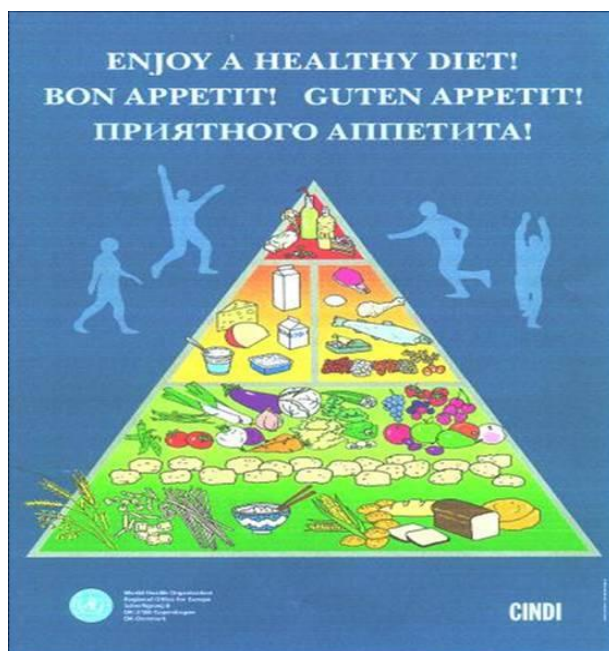


Рисунок 20 – Пирамида питания Всемирной организации здравоохранения

Все вариации пирамиды питания сходятся в одном: принципе разделения продуктов. Оно основано на том, источником каких нутриентов преимущественно является данный продукт:

- ✓ Белки: животный или растительный.
- ✓ Жиры: животного или растительного происхождения.
- ✓ Углеводы: сложные или простые.

Группы продуктов по пирамиде питания.

1. *Злаковые:*

- цельнозерновые и нерафинированные крупы: овес, пшено, цельнозерновая манная крупа, перловая крупа, бурый рис, красный рис, гречневая крупа;
- корнеплоды: картофель;
- хлебобулочные изделия: хлеб из ржаной и ржано-пшеничной муки, цельнозерновой хлеб;
- макаронные изделия: из твердых сортов пшеницы, durum, semolina.

При составлении здорового рациона предпочтение необходимо отдавать именно продуктам нерафинированным, то есть как можно меньше прошедшим промышленную обработку.

В данную категорию не попадают злаковые батончики, сухие завтраки, мюсли с добавлением сахара, пшеничный хлеб и выпечка.

2. *Фрукты:*

- свежие и замороженные фрукты;
- ягоды;
- фруктовые соки;
- сушеные фрукты;
- консервированные фрукты.

При выборе продуктов из данной категории следует учитывать, что как бы ни были полезны фрукты – это простой углевод, хотя и природного происхождения.

Фруктовые соки лучше всего минимизировать в составе рациона и заменить цельными свежими фруктами. Так как фруктовый сок – это сладкий сахаросодержащий напиток без клетчатки, которая присутствует во фруктах (оболочка, кожица), и замедляя поступление сахара в кровь, пролонгирует насыщение от фрукта и делает более плавным подъем сахара в крови.

Соки промышленного производства содержат помимо природного сахара еще и сахар добавленный, часто в составе имеются консерванты и красители, идентичные натуральным фруктам. Так почему же не выбрать этот самый натуральный фрукт с натуральным запахом и вкусом!

3. *Овощи:*

- темно-зеленые овощи: к ним относятся все листовые овощи: салаты фриллис, айсберг, романо, руккола, шпинат, зелень. А также все разновидности зеленой капусты (брокколи, савойская, брюссельская, также белокочанная капуста) в готовом, сыром или замороженном виде;

- красные и оранжевые овощи: помидоры, красный перец, корнеплоды: морковь, свекла, батат, тыква;

- бобовые: все бобовые за исключением стручковой фасоли и зеленого горошка: нут, горох, фасоль, чечевица;

- крахмалсодержащие овощи: картофель, зеленый горошек, кукуруза;

- другие овощи: лук, зеленые бобы, кочанные виды салата.

4. *Белковые продукты:*

- мясо (рекомендуется постное, нежирное: телятина, говядина, свинина);

- птица;

- морепродукты, рыба;

- яйца;

- семечки и орехи;

- продукты из соевых бобов.

Бобовые включены сразу в две группы: и в группу овощей, и в группу белковых продуктов. При формировании рациона рекомендуется учитывать их только в составе одной из групп.

Если человек – вегетарианец, то целесообразно учитывать бобовые, как источник белка. А если человек включает мясо и птицу в свой рацион – то вместе с группой овощей.

При учете бобовых следует помнить, что многие из них содержат большое количество сложных углеводов, то есть, являются и углеводным продуктом тоже.

5. Молочные продукты:

- молоко (в том числе, безлактозное);
- сыры;
- йогурты;
- кисломолочные продукты (кефир, ряженка, варенец);
- десерты на основе молока.

Нужно заметить, что такие продукты как сметана, сливки, сливочные сыры в эту группу не включены из-за небольшого содержания кальция.

Также исходя из средних потребностей человека (в данном случае человек, который занимается физическими нагрузками менее 4–5 часов в неделю) была разработана система порций, которая помогает определить сколько именно порций данного продукта рекомендуется употреблять в течение дня.

Порции продуктов, рекомендованные Пирамидой Питания:

1. *Злаковые* – 6 порций в день. Из них 50% грубого помола (нерафинированные крупы, цельнозерновой хлеб).

2. *Фрукты* – 4 порции в день.

3. *Овощи* – 5 порций в день.

Из них зеленые овощи – 3 раза в неделю, красные и оранжевые овощи – 11 раз в неделю, бобовые – 3 раза в неделю, крахмалосодержащие – 10 раз в неделю, другие овощи – 8 раз в неделю.

4. *Продукты – источники белка* – 5,5 порций в день. Из них рыба и морепродукты – 8 раз в неделю, мясо и яйца – 26 раз в неделю, орехи и соевые продукты – 4 раза в неделю.

5. *Молоко и молочные продукты* – 3 порции в день.

6. *Жидкость* – 8 стаканов в день.

Минусы данной пирамиды:

✓ В каждом отдельном случае для составления полноценного рациона необходимо учитывать рост, вес, пол человека, а также его физическую активность. Рекомендации по продуктам не подойдут для человека, занимающегося любым видом спорта начиная от любительского уровня и отдельными видами спорта, так как не учитывают их специфичности.

✓ Веганам и вегетарианцам также будет трудно составить рацион по данной пирамиде. Для них существуют отдельные вегетарианские пирамиды, так же как и существуют пирамиды питания для жителей азиатских стран, средиземноморская пирамида питания и другие виды пирамид.

✓ По некоторым данным американская Пирамида Питания содержит слишком много молока и мяса.

Но в целом для знакомства с основами здорового питания такая пирамида будет отличным помощником, поможет на первых порах составить свою продуктовую корзину и минимизировать бесполезные для организма продукты.

Рекомендации по отдельным группам продуктов:

Рекомендуется ограничивать в рационе:

1. Жиры, масла, продукты с высоким содержанием жиров (мясные полуфабрикаты промышленного изготовления, жирное мясо, кондитерские изделия, сливочное масло).

2. Простые углеводы, то есть, сахар, сахаросодержащие напитки, сладкие кондитерские изделия. Рафинированный сахар и добавленный сахар в продуктах питания рекомендуется заменить свежими фруктами.

Последние рекомендации по содержанию Пирамиды Питания: уменьшение количества потребляемой соли (к 2025 году), увеличение количества овощей и фруктов в рационе, сокращение добавленных сахаров и животных жиров.

Также остаются рекомендации по физической нагрузке – не менее 150 минут в неделю, но не оговариваются, какие виды физической нагрузки рекомендуются и какие это могут быть упражнения/комплексы упражнений.

Кроме Пирамиды Питания в настоящее время применяется и Правило Здоровой Тарелки (my plate).

My Plate – это схематическое изображение того, что должно быть на вашей тарелке по возможности каждый прием пищи, а именно: примерно 30% овощей, 20% фруктов, 20% придется на разные источники белка (бобовые, мясо, рыба, орехи), оставшиеся 30% – это крупы, предпочтительно цельнозерновые. Параллельно необходимо потреблять молочные продукты как основной источник кальция, при этом их доля должна быть сопоставима стакану рядом с тарелкой.



Рисунок 21 – Тарелка здорового питания
Гарвардской школы общественного здравоохранения

Тарелка Здорового Питания, созданная экспертами по питанию Гарвардской школы общественного здравоохранения, это руководство для здорового, сбалансированного питания – на тарелке:

✓ Овощи и фрукты должны составлять основную часть Вашего приема пищи – $\frac{1}{2}$ тарелки.

✓ Обеспечьте разнообразие цвета и вида Вашей пищи и помните, что картофель не считается овощем по Тарелке Здорового Питания из-за негативного воздействия на уровень сахара в крови.

✓ Отдайте предпочтение цельнозерновым – ¼ тарелки. Цельные и неочищенные зерновые – цельная пшеница, ячмень, зерна пшеницы, киноа, овсянка, гречка, неочищенный рис и продукты, изготовленные из них, например, макароны из цельной пшеницы – меньше влияют на уровень сахара в крови и инсулин, чем белый хлеб, белый рис и другие очищенные зерна.

✓ Сила белка – ¼ тарелки. Рыба, курица, фасоль, орехи являются здоровыми и разнообразными источниками белка. Их можно добавить в салат и они хорошо сочетаются с овощами. Ограничьте потребление красного мяса и избегайте его потребления в переработанном виде, таком как бекон и сосиски.

✓ Полезные растительные масла – в умеренном количестве. Выбирайте полезные растительные масла, такие как оливковое, рапсовое, кукурузное, подсолнечное, арахисовое и другие. Избегайте частично гидрогенизированные масла, которые содержат вредные трансжиры. Помните, что пониженная жирность не всегда означает «полезное».

✓ Пейте воду, кофе или чай. Откажитесь от сладких напитков, ограничьте потребление молока и молочных продуктов до одной или двух порций в день, ограничьте потребление сока до маленького стакана в день.

✓ Будьте активны. Красный человечек, который бежит вдоль Тарелки Здорового Питания, – это напоминание, что активность также важна для контроля веса.

Основное послание Тарелки Здорового Питания – отдайте предпочтение качеству питания. Вид углеводов в вашем питании важнее, чем количество, потому что некоторые источники углеводов – такие, как овощи (кроме картофеля), фрукты, цельнозерновые, бобовые – полезнее, чем другие.

Тарелка Здорового Питания также советует избегать употребления сладких напитков, основной источник калорий – обычно с низкой пищевой ценностью.

Тарелка Здорового Питания поощряет употребление полезных растительных масел и не устанавливает лимит на ежедневный расход калорий от полезных источников жира.

У.Э. 2.3. Нутриметабограмма человека. Алгоритмы разработки рациона

Для определения пищевого статуса человека используются следующие методы и этапы исследований (таблица 23).

Таблица 23

Принцип формирования нутриметабограммы человека (по Батурии)

Этап	Название этапа	Методы исследования
1	Оценка фактического питания	Методы оперативной регистрации и воспроизведения (вопросники, компьютерные программы, дневники питания).
2	Изучение состава тела	Антропометрия, биоимпедансометрия (БИА), остеоденситометрия, калиперометрия.
3	Оценка энергетического обмена	Непрямая калориметрия, БИА, радиотермоскопия.
4	Исследование биохимических маркеров	Статические и функциональные методы: оценка белкового, липидного и углеводного обмена, оценка микробиоценоза ЖКТ, оценка элементарного статуса, оценка витаминного статуса.
5	Развернутое клиническое обследование	Рентгеновская, функциональная, УЗИ-диагностика.

Этап 1. Оценка фактического питания

Важной составляющей для оценки фактического питания человека является дневник питания.

Дневник питания должен включать в себя обязательные графы:

- время приема пищи;
- название продукта или блюда;
- вес и/или размер порции;
- чувство голода, либо его отсутствие после приема пищи;
- время пробуждения и время отхода ко сну.

В качестве дополнительных рекомендаций клиенту необходимо разъяснить следующие моменты:

- ✓ Записывать в дневник абсолютно все приемы пищи, включая перекусы, пользуясь правилом «записал-съел».
- ✓ Уточнять способ приготовления продуктов (жарка, варка, тушение, на пару и т.д.), наличие специй, соусов, сахара, масла.
- ✓ Использовать общеизвестные меры продуктов – чашки, тарелки, стаканы, а также, для более точной оценки, взвешивать продукты.
- ✓ Записывать приемы воды, напитков, соков и т.д.

Вносить дополнительную информацию:

- о самочувствии: какие эмоции вы испытывали, когда употребляли пищу;
- где вы употребляли пищу: дома или в общественном месте;
- на сколько по времени затягивался прием пищи: еда у телевизора в течение двух часов, либо прием за столом с ограничением по времени;
- присутствовала ли какая либо активность при приеме пищи: прием в танцевальном клубе, либо спокойный прием за обеденным столом и так далее.

Этап 2. Изучение состава тела

Антропометрия – измерение основных физических показателей человека.

Включает в себя взвешивание, измерение длины тела, окружности груди, живота, бедер, рук.

В ряде случаев измеряют основные показатели дыхания (спирометрия) и силу мышц (динамометрия).

Индекс массы тела (ИМТ) представляет собой отношение массы тела в килограммах к росту в квадрате, в метрах, благодаря которому определяют у человека недостаточный, нормальный или избыточный вес тела [120].

$$\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост, возведенный в квадрат (м)}.$$

ИМТ – является одним из важных методов определения физического состояния, но, к сожалению, не всегда его достаточно.

Важным дополнением к индексу массы тела является определение количества жира в брюшной полости, слишком большое количество может означать опасное абдоминальное ожирение, даже с нормальным ИМТ.

Таблица 24

Классификация состояния питания в зависимости от индекса массы тела

<i>ИМТ</i>	<i>Заключение</i>
< 15	3 степень хронической энергетической недостаточности
15–17,4	2 степень хронической энергетической недостаточности
17,5–18,4	1 степень хронической энергетической недостаточности
18,5–24,9 (20–25)	Оптимальный диапазон, нормальное питание
25–29,9	Избыточная масса тела
30–34,9	1 степень ожирения
35–40	2 степень ожирения
> 40	3 степень ожирения

Снижение веса рекомендуется, когда обхват талии превышает:

- у мужчин 102 см;
- у женщин 88 см.

WHR (waist-to-hip ratio) – соотношение окружности талии к окружности таза.

Таблица 25

WHR (waist-to-hip ratio)

<i>Пол</i>	<i>Норма</i>	<i>Абдоминальное ожирение</i>
Муж	WHR менее 0,9	WHR более 0,9
Жен	WHR менее 0,8	WHR более 0,85

Риск развития патологии при крайних значениях индекса массы тела

<i>ИМТ < 18,5</i>	<i>ИМТ > 30</i>
Возрастает риск: • инфекционной патологии; • заболеваний желудочно-кишечного тракта; • нарушений гормонального фона у женщин (подкожно-жировая клетчатка – как депо эстрогенов).	Высокие значения характеризуют: • ожирение; • риск сердечно-сосудистых заболеваний; • развитие гипертонической болезни; • инсулиннезависимого сахарного диабета; • желчнокаменной болезни; онкологических заболеваний (рака молочной железы у женщин и рака предстательной железы у мужчин).

РМТ – рекомендуемая масса тела (рассчитываемая согласно средней статистики соотношения веса к росту). Данный показатель рассчитывается для определения количества избыточного/недостаточного веса, используется в стратегическом планировании коррекции веса.

$$РМТ = ИМТ (оптимальный) \times \text{рост (м}^2\text{)},$$

где: *оптимальный (желательный) ИМТ для разных возрастных групп составляет (WGO, 2009):*

- для мужчин составляет 20,1–25,0;
- для 17-летних юношей, девушек – 21,0;
- для женщин – 18,7–23,8.

При избыточной массе тела ИМТ бывает в диапазоне 25,1–30, при ожирении – больше 30,1.

Внимание: при работе с подопечными, которые имеют большой лишний вес длительное время (более 5 лет), рассчитывать РМТ необходимо с использованием верхнего значения ИМТ из представленного оптимального диапазона. Рассчитанное таким образом значение РМТ будет более адекватным, с точки зрения постановки цели. Однако если вы рассчитываете % превышения идеального веса, необходимо использовать РМТ, найденное по среднему значению ИМТ.

Для определения % превышения идеального веса (РМТ) используется следующая формула:

$$(\text{Текущий вес} / \text{РМТ идеальный}) \times 100\% - 100\%.$$

Биоимпедансометрия – метод диагностики состава тела человека посредством измерения импеданса, то есть электрического сопротивления участков тела в разных частях организма при помощи специального аппарата – биоимпедансметра.

Биоимпедансометрия основана на том принципе, что электрический ток протекает с разной скоростью через тело, в зависимости от его состава. Тело человека состоит в основном из воды с ионами, благодаря которым может течь электрический ток. С другой стороны, тело также содержит жиры. Жировые ткани проводят ток значительно слабее, чем мышцы или кости. Следовательно, существует прямая связь между концентрацией ионов и электрической проводимостью и косвенная между концентрацией ионов и сопротивлением раствора. Значит, мышечная и жировая масса тела могут быть вычислены по разности проводимости. То есть прибор, факти-

чески определяет сопротивление прохождения электрического тока через ткани тела, которое потом используется для расчета общей воды организма, которая в свою очередь используется для оценки обезжиренной массы тела и по разнице с общей массой тела высчитывается количество жира в теле.

С помощью биоимпедансметра можно рассчитать количество жира и жидкости в организме, мышечной и костной массы, а также уровень базального метаболизма [13, 15].

Компоненты состава тела:

Существенный жир – входит в состав белково-липидного комплекса большинства клеток организма, таких как фосфолипиды клеточных мембран.

Несущественный жир образует основной запас энергии и выполняет функцию термоизоляции внутренних органов. Состоит из подкожного жира, относительно равномерно распределенного вдоль поверхности тела и внутреннего (висцерального) жира, сосредоточенного главным образом в брюшной полости.

Тощая (безжировая) масса составляет примерно 75–85% от веса. К ней относятся все то, что не является жиром: мышцы, все органы, мозг и нервы, кости, соединительная ткань и все жидкости, находящиеся в организме.

Активная клеточная масса (АКМ) – нервные клетки, клетки мышц и органов, внутриклеточная жидкость (ВКЖ).

Внеклеточная масса (ВКМ) представляет собой, внеклеточные твердые вещества (ВТВ): минеральные составляющие входящие в состав костей, элементы внеклеточного пространства, белки, входящие в состав соединительных тканей (2%), так же это внеклеточная жидкость (ВКЖ) [106].

$$ТМ = АКМ + ВКМ.$$

Калиперометрия – метод измерения толщины кожно-жировых складок на определенных участках тела (чаще от двух до восьми) с помощью специальных устройств.

Толщина подкожной жировой складки измеряется с помощью калипера или скользящего циркуля (штангенциркуля). Во избежание ошибок тщательно определяют место измерения. Важно правильно поднять кожную складку. Для этого она плотно зажимается большим и указательным пальцами или тремя пальцами так, чтобы в составе складки оказалась бы кожа и подкожный жировой слой. Жалобы на боль свидетельствуют о том, что захвачена только кожа. Пальцы располагают приблизительно на 1 см выше места измерения. Ножки калипера прикладывают так, чтобы расстояние от гребешка складки до точки измерения примерно равнялось бы толщине самой складки. Отсчет производят через 2 см после того, как ножки калипера с должной силой приложены к складке (сила сжатия задана на калиперометре пружиной). Рекомендуется производить два измерения каждой складки и оценивать среднюю величину [9].

Толщину подкожной жировой складки измеряют на правой стороне тела. Для определения состава массы тела толщину жировых складок измеряют в следующих точках:

1. На животе – на передней стенке живота складка измеряется на уровне пупка справа от нее на расстоянии 5 см, берется она обычно горизонтально.
2. Трицепс – на задней поверхности плеча складка измеряется при опущенной руке в верхней трети плеча в области трехглавой мышцы, ближе к ее внутреннему краю, складка берется вертикально.

3. На груди у мужчин – на передней поверхности груди, складка измеряется на внешней области грудной мышцы по передней подмышечной линии, складка берется в косом направлении (сверху вниз, снаружи внутрь). На груди у женщин – складка измеряется на внешней области грудной мышцы по передней подмышечной линии, ближе к подмышке, складка берется в косом направлении (сверху вниз, снаружи внутрь).

4. Средняя подмышечная складка у мужчин – складка берется на пересечении линии груди и средней, вертикальной линии подмышки, складка берется диагонально, по направлению ребер. Средне-грудинная складка у женщин – складка берется на пересечении линии груди и средней вертикальной линии торса, складка берется горизонтально.

5. Спина – под нижним углом лопатки складка измеряется в косом направлении (сверху вниз, изнутри наружу).

6. Подвздошная область – складка измеряется на расстоянии 2 см вверх от гребня подвздошной кости, диагонально вниз.

7. Бедро, передняя поверхность – складка измеряется нижней трети квадрицепса, ближе к колену, с внутренней стороны.

Формулы для расчета % жира в организме на основании проведенных измерений толщин КЖС.

У мужчин:

$\text{Плотность тела} = 1,112 - (0,00043499 \times \text{Сумма 7-ми складок}) + (0,00000055 \times \text{Сумма 7-ми складок}) - (0,00028826 \times \text{Возраст}).$

$\% \text{ Жира} = [(4,57 / \text{Плотность тела}) - 4,142] \times 100.$

У женщин:

$\text{Плотность тела} = 1,097 - (0,00046971 \times \text{Сумма 7-ми складок}) + (0,00000056 \times \text{Сумма 7-ми складок}) - (0,00012828 \times \text{Возраст}).$

$\% \text{ Жира} = [(4,57 / \text{Плотность тела}) - 4,142] \times 100.$

$\text{Количество жира (кг)} = (\text{Вес в кг} \times \% \text{ Жира}) / 100.$

Тощая масса тела (все то, что не является жиром) = Вес человека – Количество жира.

Упрощенная методика измерения % подкожного жирового компонента методом калиперометрии по четырем измерениям:

1. Измеряем толщину жировой складки на плече в районе трицепса. Смотрите на картинке. Очень важно, чтобы место измерения было равно удалено от локтевого сустава и плечевого сустава.

2. Производим измерения на бицепсе, то есть на противоположной стороне руки от предыдущего измерения.

3. Производим измерение на лопатке. А точнее делаем зажим чуть ниже любой из лопаток. Здесь кожу следует зажимать под углом в 45 градусов к вертикали таким образом, чтобы кожная складка была направлена по линии, соединяющей шейные позвонки и бока. Естественно, для подобного измерения вам будет нужен помощник.

4. Измеряем жировую складку над подвздошным гребнем.

После измерения, мы складываем 4 цифры в мм и находим сумму, % жира.

Упрощенная методика измерения жирового компонента по 4-м показателям

Сумма 4х показателей	Мужчины			Женщины		
	16–29 лет	30–49 лет	50+ лет	16–29 лет	30–49 лет	50+ лет
14	4.8			9.4	14.1	17.0
15				10.5		
16				11.2	15.7	18.6
18				12.7	17.1	20.1
20	8.1	12.1	12.5	14.1	18.4	21.4
22	9.2	13.2	13.9	15.4	19.5	22.6
24	10.2	14.2	15.1	16.5	20.6	23.7
26	11.2	15.2	16.3	17.6	21.5	24.8
28	12.1	16.1	17.4	18.6	22.4	25.7
30	12.9	16.9	18.5	19.5	23.3	26.6
35	14.7	18.7	20.8	21.6	25.2	28.6
40	16.3	20.3	22.8	23.4	26.8	30.3
45	17.7	21.8	24.7	25.0	28.3	31.9
50	19.0	23.0	26.3	26.5	29.6	33.2
55	20.2	24.2	27.8	27.8	30.8	34.6
60	21.2	25.3	29.1	29.5	31.9	35.7
65	22.2	26.3	30.4	30.2	32.9	36.7
70	23.2	27.2	31.5	31.2	33.9	37.7
75	24.0	28.0	32.6	32.2	34.7	38.6
80	24.8	28.8	33.7	33.1	35.6	39.5
85	25.6	29.6	34.6	34.0	36.3	40.4
90	26.3	30.3	35.5	34.8	37.1	41.1
95	27.0	31.0	36.5	35.6	37.8	41.9
100	27.6	37.3	37.3	36.3	38.5	42.6

Этап 3. Оценка энергетического обмена

Базальный уровень метаболизма (basal metabolic rate, BMR) – это минимальный уровень расхода энергии, который необходим для поддержания существенных функций тела. По сути, BMR представляет собой количество калорий, необходимых для поддержания жизни без движения или пищеварительной деятельности. В связи с этим, BMR может быть установлен только после 12-часового голодания, в контролируемой экологической камере и после лежания неподвижно в течение длительного периода времени. Интересно, что поскольку потребление кислорода математически связано с производством энергии, измерения BMR производятся путем определения того, сколько кислорода человек потребляет в минуту. Интересным является тот факт, что на долю BMR приходится более 70% кислорода (и энергии), которую мы потребляем каждый день. Правильно, 70% энергии, которую мы тратим каждый день, идет на физиологическую активность, не связанную с движением.

Скорость метаболизма в покое (resting metabolic rate, RMR) – очень похожа на BMR в том, что она измеряется во время отдыха. Однако RMR более легко измерить в виду того, что для измерений BMR требуется соблюдение множества условий (голод, постельный режим, контроль температуры окружающей среды). Поскольку RMR определяется аналогично BMR (используются меры потребления кислорода – метод непрямой калориметрии), обычно между ними разница составляет в среднем

10%, а RMR всегда выше BMR. Это понятно, поскольку недавнее движение, изменчивость окружающей среды и недавнее употребление пищи обычно влияют на величину RMR.

В российской науке RMR обозначается как величина основного обмена (ВОО).

Далее будет применяться именно эта аббревиатура.

Термический эффект пищи (thermic effect of feeding, TEF) – это энергия, используемая для переваривания, поглощения и усвоения проглоченной пищи/питательных веществ. Акт приема пищи увеличивает метаболизм, в меньшей или большей степени, в зависимости от того, какие макроэлементы мы употребляем. Пищевые вещества обладают разной способностью повышать основной обмен: при потреблении преимущественно углеводистой пищи энергия специфически динамического действия составляет 4–7% от основного обмена: жировой диеты – 4–7%; белковая пища увеличивает основной обмен на 30–40%. В среднем при обычных смешанных рационах питания это повышение колеблется от 10 до 15%.

Энергия, используемая для выполнения целенаправленных действий, обычно подразумевает выполнение упражнений. Конечно, эта составляющая ежедневных энергозатрат очень изменчива. Для сидячих людей этот компонент метаболизма может составлять 10%–15% (или меньше) от их ежедневной потребности в энергии. Однако для физически активных людей это может быть 30% и более. Нужно учитывать, что упражнения (если они выполняются с более высокой интенсивностью) не только создают спрос на передачу энергии во время фактической деятельности, но это также создает более высокие затраты энергии в перспективе после, непосредственно, самой деятельности, что также увеличивает суточные затраты энергии.

Прямая калориметрия – метод определения энергетических затрат организма по количеству выделенного им тепла, основанный на измерении количества тепла, непосредственно рассеянного организмом в теплоизолированной камере.

Прямая калориметрия проводится в калориметрах (специальные камеры), которые улавливают тепло, отдаваемое организмом. Метод прямой калориметрии является очень точным, но в виду сложности оборудования и трудоемкости самого процесса определения тепла в настоящее время применяется редко. Более широкое распространение получил метод непрямой калориметрии.

Непрямая калориметрия – метод, основанный на измерении количества потребленного организмом кислорода и последующем расчете энергозатрат.

Наиболее точное определение энергозатрат и потребности организма в макронутриентах (белках, жирах и углеводах) проводится с помощью прямых и косвенных калориметрических измерений. Технология оценки пищевого статуса (ПС) на основе метода непрямой калориметрии включает в себя исследование энергозатрат покоя и дыхательного коэффициента (ДК) по уровню потребления O_2 и продукции CO_2 , расчет скоростей окисления макронутриентов (белков, жиров и углеводов) с использованием промежуточных показателей небелковых энергозатрат и небелкового ДК. Уравнением, связывающим скорости окисления белков, углеводов и жиров, является уравнение Вейра:

$$ВОО \text{ (Ккал/сут)} = 3,941 \times VO_2 + 1,106 \times VCO_2 - (2,17 \times AM),$$

где: $ВОО$ – величина основного обмена в состоянии покоя, VCO_2 – минутный объем выделяемого CO_2 (л/мин), VO_2 – минутный объем потребляемого O_2 (л/мин), AM – азот мочевины, экскретируемый с мочой в течение суток (г/сут).

Далее, зная величину основного обмена, можно рассчитать суточное потребление калорий (СПК) [223].

СПК определяется путем умножения ВОО на коэффициент физической активности (КФА):

$$\text{СПК} = \text{ВОО} \times \text{КФА}.$$

Метод алиментарной калориметрии (энергометрии) – теоретические основы метода алиментарной энергометрии были заложены Бертолле Рубнером, а практическая приемлемость доказана П.Е. Калмыковым и И.М. Бузньком. Метод является достаточно простым и доступным и может быть легко применим в практике.

Основан на точном учете энергетической ценности пищи и контроле за массой тела в динамике в течение 15–16 дней. Испытуемые ежедневно утром после туалета взвешиваются с точностью до 50 г. Параллельно производится учет энергетической ценности потребляемой пищи. В случае равенства расхода энергии и энергоценности пищи масса тела взрослого человека не изменяется. При нарушении этого соответствия масса увеличивается или уменьшается. Прибавка массы тела у взрослых обусловлена в основном накоплением жира в организме. Жировая ткань в среднем содержит 25% воды, поэтому килограмм прибавки массы тела здорового взрослого человека соответствует 6750 ккал (28 242 кДж). Отняв энергетическую ценность жира, накопившегося в организме за период опыта, от величины усвоенной из потребленной пищи энергии, можно с большой достоверностью судить о расходе энергии испытуемыми.

Хронометражно-табличный метод – простой и быстрый метод ориентировочного определения величин энергетических затрат человека.

Алгоритм:

1. Составление хронограммы дня на основании хронометража суточного бюджета времени.
2. Расчет энергетических затрат (используя специальные таблицы) по отдельным видам деятельности и за сутки в целом по различным энергетическим уровням (основной обмен, термогенез и различные виды деятельности).

Таблица 28

Основные факторы, изменяющие величину основного обмена

<i>Повышающие</i>	<i>Снижающие</i>
• Увеличение мускулатуры. • Мужской пол. • Повышение температуры тела. • Повышение функции щитовидной железы. • Повышение адреналина.	• Увеличение возраста. • Женский пол. • Накопление жира при уменьшении мускулатуры. • Снижение функции щитовидной железы. • Недоедание и истощение организма.

Поэтому он колеблется в широких пределах – от 1000 до 2000 ккал (4184–8368 кДж), составляя в среднем 1700 ккал (5113 кДж) у мужчин и 1400 ккал (5858 кДж) у женщин.

Величина основного обмена (ВОО) определяется различными *расчетными методами* (на основании многочисленных инструментальных измерений выведены формулы расчета).

При нормальном телосложении величина ВОО у мужчин равна 1 ккал/час/кг массы тела, у женщин – 0,9 ккал/час/кг массы тела. Стоит отметить, что это весьма приблизительные показания. У тучных и худых лиц данный способ расчета дает несколько искаженные результаты: у первых полученные величины ВОО завышены, у вторых – занижены.

Формулы для определения величины основного обмена (ВОО) и суточного потребления калорий СПК:

1. Формула определения ВОО Харриса-Бенедикта

Формула Харриса-Бенедикта была выведена еще в начале XX века – в 1918 году двумя учеными, именем которых и назвали это уравнение. Эти двое специалистов из Института Карнеги в Вашингтоне занимались изучением биометрических данных человека и таким образом определили золотые стандарты для мужчин и женщин.

$$\text{ВОО для мужчин} = 66,5 + (13,75 \times \text{вес в кг}) + (5,003 \times \text{рост в сантиметрах}) - (6,755 \times \text{возраст в годах})$$

$$\text{ВОО для женщин} = 65,5 + (9,563 \times \text{вес в кг}) + (1,850 \times \text{рост в сантиметрах}) - (4,676 \times \text{возраст в годах})$$

Впрочем, в 1984 году это уравнение было пересмотрено и откорректировано с учетом новых медицинских стандартов и современного образа жизни людей.

$$\text{ВОО для мужчин} = 88,362 + (13,397 \times \text{вес в кг}) + (4,799 \times \text{рост в сантиметрах}) - (5,677 \times \text{возраст в годах})$$

$$\text{ВОО для женщин} = 447,593 + (9,247 \times \text{вес в кг}) + (3,098 \times \text{рост в сантиметрах}) - (4,330 \times \text{возраст в годах})$$

2. Формула определения ВОО Кетча-МакАрдила

$$\text{ВОО (мужчины или женщины)} = 370 + (21,6 \times \text{тощую массу тела (ТМ) в кг})$$

3. Формула Оуэна для расчета ВОО

$$\text{ВОО для мужчин} = 879 + 10,2 (\text{вес в кг})$$

$$\text{ВОО для женщин} = 795 + 7,2 (\text{вес в кг})$$

4. Формула Миффлина для расчета ВОО

$$\text{ВОО для мужчин} = (10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст в годах}) + 5$$

$$\text{ВОО для женщин} = (10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст в годах}) - 161$$

Наиболее часто используемым уравнением (калькуляторы калорий в приложениях и на сайтах) является уравнение Харриса-Бенедикта, разработанное в 1919 году. Однако, как видно из прилагаемой таблицы, уравнение Миффлина более точно высчитывает скорость метаболизма (по сравнению с результатами непрямой калориметрии), чем два других уравнения.

Следует отметить, что при использовании уравнения Миффлина скорость обмена веществ у 82% людей без ожирения определялась с точностью в пределах 10% от действительного уровня их метаболизма.

Таким образом, можно убедиться, что не существует совершенной формулы, которая бы с высокой точностью коррелировала внешние антропометрические параметры (рост и вес) и возраст с уровнем затрачиваемой энергии. В данном курсе, рассматривается и предлагается методика, которая не опирается на расчет калорийности по формулам, а фокус направляется на изучение и анализ актуального питания, что открывает возможность подбора точной калорийности, исходя из целей человека.

Таблица 29

Коэффициенты физической активности при ускоренном метаболизме

<i>Образ жизни</i>	<i>Коэффициент физической активности (КФА)</i>
Сидячий образ жизни (низкая активность или полное отсутствие физических упражнений).	1,3
Небольшая активность (небольшая физическая нагрузка/занятия спортом 1–3 раза в неделю).	1,475
Умеренная активность (достаточно большая физическая нагрузка/занятия спортом 3–5 раз в неделю).	1,75
Высокая активность (большая физическая нагрузка/занятия спортом 6–7 раз в неделю).	2
Очень высокая активность (очень большая ежедневная физическая нагрузка/занятия спортом и физическая работа или тренировка 2 раза в день, например, марафон или соревнования).	2,5

Таблица 30

Коэффициенты физической активности при замедленном метаболизме

<i>Образ жизни</i>	<i>Коэффициент физической активности (КФА)</i>
Сидячий образ жизни (низкая активность или полное отсутствие физических упражнений, сидячая работа).	1,1–1,2
Небольшая активность (небольшая физическая нагрузка/занятия спортом 1–3 раза в неделю).	1,3–1,375
Умеренная активность (достаточно большая физическая нагрузка/занятия спортом 3–5 раз в неделю).	1,5–1,65

Выбор соотношения макронутриентов

Стандартное рекомендованное (ВОЗ, Женева, 2004) соотношение макронутриентов среднестатистического человека составляет: 14% белка, 30% жиров, 56% углеводов.

Таблица 31

Варианты соотношения нутриентов

	<i>Снижение массы</i>	<i>Увеличение ФР*</i>	<i>Увеличение массы</i>
Белки	≥ 18%	= 15%	≥ 18%
Жиры	≤ 26%	≤ 25%	≤ 26%
Углеводы	≤ 56%	≥ 60%	≥ 56%

Примечание: *ФР – физическая работоспособность.

Выбор соотношения макронутриентов в зависимости от соматотипа и цели

Соматотип или тренировочный стиль	Особенность	Типичная цель	Белок, %	Жиры, %	Углеб., %
Эктоморф. Упражнения на выносливость.	Повышенные концентрации гормонов ЩЖ, высокая активность симпатической НС, высокая толерантность к углеводам.	Набор мышечной массы или Поддержание веса и силы во время высокообъемных тренировок на выносливость.	25	20	55
Мезоморф. Бодибилдинг, силовые упражнения.	Повышенные концентрации тестостерона и гормона роста, средняя толерантность к углеводам, средняя активность симпатического отдела НС.	Продолжение построения ММ, поддержание низкого % жира. Поддержание формы.	30	30	40
Эндоморф. Упражнения на абсолютную силу.	Повышенные концентрации инсулина, медленный метаболизм, низкая активность симпатического отдела НС, низкая толерантность к углеводам.	Снижение % жира.	35	40	25

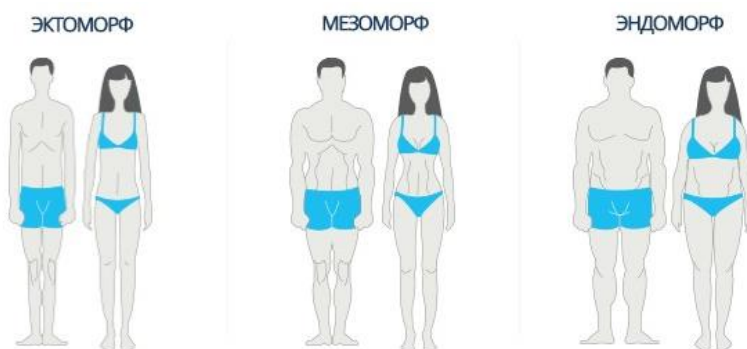


Рисунок 22 – Основные соматотипы человека (по Шелдону)

Классификация состояния питания в зависимости от индекса массы тела (WGO, 2019)

ИМТ	Заключение
< 15	3 степень хронической энергетической недостаточности
15–17,4	2 степень хронической энергетической недостаточности
17,5–18,4	1 степень хронической энергетической недостаточности
18,5–24,9 (20–25)	Оптимальный диапазон, нормальное питание
25–29,9	Избыточная масса тела
30–34,9	1 степень ожирения
35–40	2 степень ожирения
> 40	3 степень ожирения

Определение количества нутриентов

При выбранном стандартном соотношении макронутриентов (14/30/56) (%) энергетическая ценность каждого из нутриентов находится по формулам:

Энергия белков = $(СПК \times 14) / 100$;

Энергия жиров = $(СПК \times 30) / 100$;

Энергия углеводов = $(СПК \times 56) / 100$;

где: *СПК* – это суточная потребность в калориях (*ВОО* + энергия физической деятельности).

Количество нутриентов в граммах находится по формуле:

Белки = $Э_{\text{белков}} / 4$ ккал;

Жиры = $Э_{\text{жиров}} / 9$ ккал;

Углеводы = $Э_{\text{углеводов}} / 4$ ккал.

Либо по сокращенной формуле (при условии выбора соотношения БЖУ равного 14/30/56 соответственно):

Белки (г) = $СПК \times 0,14/4$;

Жиры (г) = $СПК \times 0,3/9$;

Углеводы (г) = $СПК \times 0,56/4$.

Разработка рациона с целью увеличения веса

Этапы разработки рациона, после получения всех необходимых данных, можно разделить на следующие шаги:

1. Анализ полученного дневника питания (определение средней потребляемой калорийности, тип продуктов, соотношение БЖУ, дефициты витаминов и минералов).
2. Подсчет средних энергозатрат для каждого типа дня (актуальных и планируемых).
3. Определение подходящей стратегии для конкретного человека, исходя из текущих условий жизни, пищевого статуса, имеющихся заболеваний, мотивации.
4. Распределение калорийности относительно дневных энергозатрат.
5. Подбор комбинации продуктов для приемов пищи, исходя из списка предпочитаемых продуктов.
6. Определение типов тренировок и их продолжительности.
7. Определение времени и состава приемов пищи перед тренировкой и после тренировки.

Питание до тренировки

За 3–4 часа до проведения тренировки должно присутствовать белковое составляющее и за 1,5 часа до тренировки применяется прием: 70% углеводов, 30% белков (с высокой скоростью усваивания).

Питание после тренировки

Сразу после тренировки – небольшая порция:

- быстро усваиваемые углеводы + быстро усваиваемый белок (в т.ч. гейнер без сахара), либо высокоуглеводистый (крахмалистый) продукт + аминокислоты или быстро усваиваемый белок.
- Еще через 30 мин следует сделать углеводно-белковый прием пищи со средней скоростью усваивания: 70% углеводы, 30% белки.

Разработка рациона для снижения веса

Этапы разработки рациона, после получения всех необходимых данных, можно разделить на следующие шаги:

1. Анализ полученного дневника питания (определение средней потребляемой калорийности, тип продуктов, соотношение БЖУ, дефициты витаминов и минералов).
2. Подсчет средних энергозатрат для каждого типа дня (актуальных и планируемых).
3. Определение подходящей стратегии для конкретного человека, исходя из текущих условий жизни, уровня клиента, пищевого статуса, имеющихся заболеваний, мотивации.
4. Определение соотношения макронутриентов и распределение калорийности относительно дневных энергозатрат.
5. Подбор комбинации продуктов согласно выбранной калорийности и соотношения для приемов пищи, исходя из списка предпочитаемых продуктов.
6. Определение типов тренировок и их продолжительности.
7. Определение времени и состава приемов пищи перед тренировкой и после тренировки.

Питание до тренировки

За 3–4 часа до проведения кардиотренировки должно присутствовать углеводное составляющее (с низким ГИ) и за 1,5 часа до тренировки прием должен состоять из: 60% белки, 40% углеводы (свежие овощи).

В случае высокоинтенсивного тренинга или силового тренинга (с обеспечением достаточного калоража) за 3–4 часа до тренировки применяется углеводное составляющее (с низким ГИ) и за 1,5 часа прием должен состоять из: 60% белков, 40% углеводов (средний ГИ).

Питание после тренировки

После кардиотренировки или легкой функциональной тренировки необходимо воздержаться от приема еды на 30–40 мин (а в некоторых случаях до 1–2 часа), а по истечении этого времени (в зависимости от того, сколько прошло) использовать легко-усваиваемый белок 50% + свежие овощи 25% + сложные углеводы 25%.

При снижении веса большую часть углеводов в день можно ставить после тренировки, так как в этот период повышается толерантность организма к углеводам.

После силовой тренировки или высокоинтенсивного функционального тренинга (при условии обеспечения адекватного суточного калоража) прием пищи применяется сразу: легко-усваиваемый белок 50% + свежие овощи 35% + сложные углеводы 15%.

Практическое задание 1.

Определите собственный пищевой статус на основании предложенной нутри-метабологаммы человека.

Практическое задание 2.

Заполните дневник питания на неделю. Дайте краткую характеристику своему рациону.

Дневник питания

ДЕНЬ 1. День недели:		Дата:	
Время	Продукт или блюдо	Вес или размер порции	Самочувствие/активность

Практическое задание 3.

На основе заполненного дневника питания проведите расчеты:

1. Своих показателей ИМТ и диапазон РМТ, а также оцените свой вес согласно таблице «Классификация состояния питания в зависимости от индекса массы тела».
2. Определите свою цель (снижение веса, поддержание, набор веса) и сформулируйте свою цель по SMART-системе.
3. Предоставьте среднеарифметические показатели (средние значения потребления в день) дневника питания по калорийности, макронутриентному профилю и общую диаграмму за период исследования по микронутриентному профилю (можно с помощью скриншота из ПО «Мой здоровый рацион», Yazio и другие. Скриншоты поместите в Word- или PDF-документе).
4. Напишите выявленные лимитирующие факторы.
5. Напишите список поведенческих целей, которые будут противодействовать лимитирующим факторам.
6. Определите целевую калорийность и целевое соотношение макронутриентов, которые будут соответствовать вашим целям.

Практическое задание 4.

Используя материалы практических заданий 2 и 3:

1. Разработайте рацион под ваши цели (меню с указанием количества (вес) продуктов, блюд) на один пассивный день и один активный день (с тренировкой) для личных задач.
2. Для каждого рациона укажите калорийность приемов пищи в рационе, соотношение БЖУ (граммы и %), количество клетчатки, соотношение НЖК: МНЖК: ПНЖК, соотношение омега-3/омега-6, количество потребляемого холестерина. Приведите количество микронутриентов в рационе (можно с помощью скриншота из ПО «Мой здоровый рацион», Yazio и другие. Скриншоты поместите в Word- или PDF-документе).
3. Подробно опишите стратегию достижения планируемого вами результата.

Ситуационные задачи для раздела 2

Задача № 1

Суточные энерготраты шахтера 39 лет составляют 5000 ккал. Рассчитайте его суточную потребность в БЖУ. Оцените достаточность питания, дайте рекомендации по рационализации питания.

Задача № 2

Студент (возраст – 18 лет, масса тела – 55 кг) получает с пищевым рационом 80 г белка, 120 г жира, 360 г углеводов. Рассчитайте количество получаемой им энергии. Дайте необходимые рекомендации по адекватности питания и сбалансированности пищевого рациона.

Задача № 3

Оцените сбалансированность и достаточность по энергетической ценности питания мужчины 65 лет, вес 85 кг: Б – 80 г, Ж – 40 г, У – 350 г.

Задача № 4

Оцените пищевой статус девушки 25 лет, рост 160 см, вес 95 кг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

BMR – Базальный уровень метаболизма.
HbA1C – Гликированный гемоглобин.
LCAT – Лецитин-холестерин-ацилтрансфераза.
NAD – Никотинамидадениндинуклеотид.
NADF – Никотинамидадениндинуклеотидфосфат.
RMR – Скорость метаболизма в покое.
WHO – Всемирная организация здравоохранения.
TEF – Термический эффект пищи.
UVA – Ультрафиолет А (длинноволновой диапазон лучей).
UVB – Ультрафиолет В (средневолновой диапазон лучей).
АД – Артериальное давление.
АДФ – Аденозиндифосфорная кислота.
АКМ – Активная клеточная масса.
АКТГ – Адrenокортикотропный гормон.
АЛТ – Аланинаминотрансфераза.
АМ – Азот мочевины.
АСТ – Аспаратаминотрансфераза.
АТФ – Аденозинтрифосфорная кислота.
АУ – Адекватный уровень потребления в сутки.
АцКоА – Ацетилкофермент А.
БАД – Биологически активная добавка.
БИА – Биоимпедансометрия.
БЖУ – Белки/Жиры/Углеводы.
ВКЖ – Внеклеточная жидкость.
ВКМ – Внеклеточная масса.
ВОЗ – Всероссийская организация здравоохранения.
ВОО – Величина основного обмена.
ВТВ – Внеклеточные твердые вещества.
ВУ – Высший допустимый уровень потребления в сутки.
ГАМК – Гаммааминомасляная кислота.
ГИ – Гликемический индекс.
ДК – Дыхательный коэффициент.
ДНК – Дезоксирибонуклеиновая кислота.
ДПК – Двенадцатиперстная кишка.
ЖКТ – Желудочно-кишечный тракт.
ЖМТ – Жировая масса тела.
ИИ – Инсулиновый индекс.
ИИР – Индексинсулинорезистентности.

ИМТ – Индекс массы тела.
КФА – Коэффициент физической активности.
ЛП – Липопротеины.
ЛПВП – Липопротеины высокой плотности.
ЛПНП – Липопротеины низкой плотности.
ЛПОНП – Липопротеины очень низкой плотности.
ЛППП – Липопротеины промежуточной плотности.
ЛХАТ – Лецитинхолестеринацилтрансфераза.
МНЖК – Мононенасыщенные жирные кислоты.
НЖК – Насыщенные жирные кислоты.
ПВ – Пищевые волокна.
ПНЖК – Полиненасыщенные жирные кислоты.
ПО – Програмное обеспечение.
ПС – Пищевой статус.
ПТ – Плотность тела.
РНК – Рибонуклеиновая кислота.
СИБР – Синдром избыточного бактериального роста.
СОЭ – Скорость оседания эритроцитов.
СПК – Суточное потребление калорий.
ССЗ – Сердечно-сосудистые заболевания.
ССС – Сердечно-сосудистая система.
СТГ – Соматотропный гормон.
ТАГ – Триацилглицеролы.
ТМ – Тощая масса.
ТСГ – Тиреоид-стимулирующий гормон.
ТТГ – Тиреотропный гормон.
Т3 – Трийодтиронин.
Т4 – Тироксин.
УЗИ – Ультразвуковое исследование.
ФЛ – Фосфолипиды.
ФР – Физическая работоспособность.
ХМ – Хиломикрон.
ХС – Холестерин.
ЦНС – Центральная нервная система.
Э – Энергия.
ЭПС – Эндоплазматическая сеть.
ЭПР – Эндоплазматический ретикулум.
ЭХС – Эфиры холестерина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Димитриев, Д. А. Питание, физическая активность и здоровье: монография / Д. А. Димитриев, А. Д. Димитриев, Г. О. Ежкова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 128 с. – ISBN 978-5-7882-2347-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/95008.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
2. Дмитриев, А. В. Спортивная нутрициология / А. В. Дмитриев, Л. М. Гунина. – 2-е изд. – Москва: Издательство «Спорт», 2022. – 640 с. – ISBN 978-5-907225-91-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/119192.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. Донченко, Л. В. Безопасность пищевой продукции. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 264 с. – ISBN 978-5-534-05915-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/491271> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
4. Жмачинская, А. О. Государственная политика в области здорового питания / А. О. Жмачинская, Л. С. Прохасько, Я. М. Ребезов [и др.] // Молодой ученый. – 2015. – № 3 (83). – 138-143 с. – URL: <https://moluch.ru/archive/83/15391/> (дата обращения: 29.03.2022).
5. Зименкова, Ф. Н. Питание и здоровье: учебное пособие для студентов по спецкурсу «Питание и здоровье» / Ф. Н. Зименкова. – Москва: Прометей, 2016. – 168 с. – ISBN 978-5-9907123-8-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/58168.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Ишмухаметов, М. Г. Теория и методика оздоровительно-рекреационной физической культуры и спорта. Питание в здоровом образе жизни: учебное пособие. Специальность 050720 – «Физическая культура». Направление подготовки 050100 – «Педагогическое образование». Профиль подготовки – «Физическая культура» / М. Г. Ишмухаметов. – Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2014. – 193 с. – ISBN 978-5-85218-711-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/32246.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
7. Козлов, А. И. Экология человека. Питание: учебное пособие для вузов / А. И. Козлов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 236 с. – ISBN 978-5-534-07730-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/491095> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
8. Кузнецова, И. А. Гигиеническая оценка питания при занятиях физической культурой и спортом: практикум / И. А. Кузнецова, В. В. Кальсина. – 3-е изд. – Омск: Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, 2021. – 112 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/121216.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
9. Новикова, В. П. Гигиена питания: учебно-методическое пособие к практическим занятиям / В. П. Новикова. – Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. – 78 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/27189.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
10. Новокшанова, А. Л. Пищевая химия: учебник для вузов / А. Л. Новокшанова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 307 с. – ISBN 978-5-534-15351-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/497660> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
11. Парастаев, С. А. Питание спортсменов. Рекомендации для практического применения (на примере футбола): методическое пособие / С. А. Парастаев. – Москва: Издательство «Спорт», 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-9500180-7-7. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/77238.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

12. Питание для студентов-спортсменов: методические рекомендации / составители О. А. Московских, С. К. Канцева, С. С. Малышкин. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 35 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/90696.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
13. Питание и физическая нагрузка. Методы расчета общего и физического метаболизма: учебно-методическое пособие / А. С. Большев, Д. Г. Сидоров, С. А. Овчинников [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2021. – 29 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/122886.html> (дата обращения: 15.07.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
14. Полиевский, С. А. Питание спортсменов. Безопасность пищевых продуктов: учебное пособие для вузов / С. А. Полиевский, Г. А. Ямалетдинова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 122 с. – ISBN 978-5-534-12804-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/496099> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
15. Правильное питание. Полный справочник / Б. Ю. Ламихов, С. В. Глушенко, Д. А. Никулин [и др.]. – Саратов: Научная книга, 2019. – 467 с. – ISBN 978-5-9758-1827-0. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/80176.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
16. Приказ Минздрава России от 19 августа 2016 г. № 614 «Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания».
17. Приказ Министерства Здравоохранения «О мерах по совершенствованию лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях» № 330 от 05.08.2003).
18. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 29 октября 2020 г. № 1177-н «Об утверждении Порядка организации и осуществления профилактики неинфекционных заболеваний и проведения мероприятий по формированию здорового образа жизни в медицинских организациях».
19. Приказ Роспотребнадзора «Об утверждении Концепции создания обучающих (просветительских) программ по вопросам здорового питания» (приказ № 186 от 24.03.2020).
20. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.04.2017 № 738-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года».
21. Распоряжение Правительства РФ «Об основах государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г» № 1873-р от 25.10.2010.
22. Распоряжение правительства РФ «Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации» № 559-р от 17.04.2012.
23. Сыман, К. Ж. Гигиена питания: учебно-методическое пособие / К. Ж. Сыман. – Алматы: Нур-Принт, 2016. – 104 с. – ISBN 9965-671-51-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/67037.html> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
24. Технология функциональных продуктов питания: учебное пособие для вузов / Л. В. Донченко [и др.]; под общей редакцией Л. В. Донченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 176 с. – ISBN 978-5-534-05899-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/491270> (дата обращения: 06.12.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
25. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999 (с изменениями на 13.07.2020).
26. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21.11.2011.
27. Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (ред. от 01.03.2020) № 29-ФЗ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Физиологическое значение незаменимых аминокислот для нормального функционирования организма человека

Основной источник	Функции	Недостаток употребления	Суточная доза
Валин (2-амино-3-метилбутановая кислота)			
Молочные продукты, мясо, зерна хлебных злаков, соя, грибы, арахис.	Поддержание нормального азотистого баланса в организме. Оказывает стимулирующее действие. Необходим для восстановления поврежденных тканей и метаболических процессов в мышцах при тяжелых нагрузках. Используется в качестве источника энергии для мышц. Участвует в биосинтезе пантотеновой кислоты.	Функциональные нарушения нервной системы, расстройство координации движений. Врожденное нарушение обмена валина, лейцина и изолейцина (валинолейцинурия) у детей проявляется с 3 до 5 дня жизни рвотой, судорогами, характерным запахом мочи, а в последующем – задержкой психического и физического развития.	2,5 г
Треонин (2-амино-3-гидроксibuтановая кислота)			
Орехи, бобы, молочные продукты, яйца.	Способствует поддержанию белкового баланса в организме. Поддерживает липотропную функцию печени совместно с метионином и аспартамом. Оказывает влияние на процессы роста. Повышает иммунную защиту организма. Принимает участие в выработке антител. Игрет важную роль в образовании коллагена и эластина.	Мышечная слабость, нарушение концентрации внимания, потеря мышечной массы, задержка роста и развития, психическое расстройство (депрессия). Его нехватка негативно сказывается на состоянии кожных покровов, волос, ногтей и зубов.	2,4 г
Лизин (диаминокапроновая кислота)			
Молочные продукты, рыба, мясо. Содержание в растительных белках ограничено.	Производное лизина – аллизин – используется клетками в синтезе коллагена. Понижает уровень триглицеридов в сыворотке крови. Оказывает противовирусное действие.	Задержка роста, расстройства кровообращения, снижение содержания гемоглобина в крови.	4,1 г
Метионин (серосодержащая моноаминомонокарбоновая кислота)			
Творог, яичный белок, рыба (треска, судак, севрюга, сом), в меньшей степени в растительных продуктах.	Детоксикация (особенно по связыванию тяжелых металлов, эндогенных и экзогенных токсинов, а также при токсикозе беременности). Антиоксидантное действие. Тормозит отложение жиров в печени и стенках артерий. Напрямую влияет на синтез таурина и цистеина. Один из источников образования глюкозы в организме.	Нарушение биосинтеза цистеина, белков, замедление роста и развития организма, тяжелые функциональные расстройства. В медицинских целях метионин применяется для лечения и профилактики токсических поражений печени (цирроз, хронические отравления), а также при дистрофии у детей, вызванной белковой недостаточностью. Имеются сведения об эффективности метионина при радиационных поражениях.	1,8 г

<i>Основной источник</i>	<i>Функции</i>	<i>Недостаток употребления</i>	<i>Суточная доза</i>
Лейцин (аминоизокапроновая кислота)			
Мясо, соевая мука, бобы, рис, лесной орех.	Является важным промежуточным звеном в биосинтезе холестерина и других стероидов. Путем дезаминирования может трансформироваться в жирные кислоты. Действуя вместе с валином и изолейцином, они защищают мышечные ткани и являются источниками энергии. Способствует восстановлению костей, кожи, мышц. Несколько снижает уровень сахара в крови. Стимулирует выделение гормона роста.	Уменьшается масса тела, возникают изменения в почках и щитовидной железе. Врожденное нарушение обмена лейцина, валина и изолейцина (валинолейцинурия) у детей проявляется 3–5 дней жизни рвотой, судорогами, расстройствами дыхания, а в последующем – стойкими неврологическими нарушениями, задержкой развития. В качестве лечебного средства применяется при заболеваниях печени, анемиях.	4,6 г
Изолейцин (2-амино-3-метилпентановая кислота)			
Куриное мясо, рыба, печень, яйца, соя, миндаль, кешью, нут, чечевица, рожь, большинство семян.	Положительно влияет на процессы роста. Восстанавливает мышечные ткани. Необходим для образования гемоглобина. Стабилизирует уровень сахара в крови. Ускоряет процесс выработки энергии.	Интенсивные головные боли, головокружение, быстрое утомление, психические расстройства (депрессия), дрожание мышц, снижение аппетита, нервозность, ослабление иммунитета. Возможно развитие гипогликемии.	2,0 г
Фенилаланин (фениламинопропионовая кислота)			
Говядина, куриное мясо, рыба, яйца, творог, молоко. Бобовые, орехи.	Предшественник тирозина. Участвует в биосинтезе меланинов, адреналина, норадреналина, нейротрансмиттеров, улучшающих восприятие. Усиливает выработку гормонов щитовидной железы, обладающих антидепрессивными свойствами. Улучшает деятельность ЦНС, повышает умственную активность и память. Способствует улучшению секреторной функции поджелудочной железы и печени.	Потребность организма в фенилаланине возрастает при отсутствии в пище тирозина. Врожденное нарушение обмена фенилаланина приводит к наследственному заболеванию – фенилкетонурии, сопровождающегося умственной отсталостью.	4,4 г
Триптофан (гетероциклическая аминокислота)			
Коричневый рис, мясо, сыр, творог.	Необходим для производства витамина В3 и серотонина – важнейшего нейромедиатора, передающего нервные импульсы. Способствует процессу роста и регенерации тканей. Нормализует сон, стабилизирует настроение, снижает аппетит. Снижает содержание жиров.	Многие функциональные и органические нарушения. Расстройства обмена триптофана отмечаются при диабете, туберкулезе, онкологических заболеваниях, а также могут приводить к слабоумию.	0,8 г

**Физиологическое значение заменимых аминокислот
для нормального функционирования организма человека**

<i>Основной источник</i>	<i>Функции</i>	<i>Суточная доза</i>
Гистидин (гетероциклическая аминокислота)		
Пшеница, рожь, рис.	Входит в состав активных центров множества ферментов, является предшественником в биосинтезе гистамина (донор углерода) и биологически активных пептидов мышц – карнозина и анзерина. Одна из «существенных» аминокислот, способствует росту и восстановлению тканей. Входит в состав гемоглобина, необходим для производства клеток крови.	2,1 г
Глицин (аминоуксусная кислота)		
Зерна злаковых, мясные продукты.	Принимает участие в производстве других аминокислот, является частью структуры гемоглобина и ферментов, участвующих в производстве энергии. Участвует в биосинтезе пуринов, порфиринов. Источник аминного азота в реакциях переаминирования. Используется в синтезе ДНК и РНК. Является центральным нейромедиатором (передатчиком нервного возбуждения) тормозного типа действия. Обладает успокаивающим эффектом, иногда используется для лечения маниакально-депрессивного психоза и уменьшения агрессии. Улучшает обменные процессы в тканях мозга. Производит глюкагон, который мобилизует гликоген. Может подавлять тягу к сладкому.	3,5 г
Аланин (аминопропионовая кислота)		
Мясо, птица, яйца, молочные продукты, рыба, авокадо.	Основной компонент соединительных тканей. Ключевой элемент, который позволяет мышцам и другим тканям получать энергию из аминокислот. Сопутствует повышению иммунной системы. Предшественник глюконеогенеза, переносчик азота из периферических тканей в печень. Является одним из источников для образования глюкозы в организме (с последующим ее накоплением в печени и мышцах). Бетааланин входит в состав активного каталитатора – кофермента А и пантотеновой кислоты.	6,6 г
Серин (2-амино-3-гидроксипропановая кислота)		
Мясо, молочные продукты, пшеница, соя и арахис.	Участвует в биосинтезе глицина, серосодержащих аминокислот (метионина, цистеина), пурина, пиримидина, порфирина. Играет важную роль в проявлении каталитической активности расщепляющих белки ферментов (сериновых протеаз). Способствует производству иммуноглобулинов и антител. Сопутствует нормальной работе нервной системы и когнитивных функций мозга (память).	8,3 г
Тирозин (ароматическая аминокислота)		
Молочные продукты, семена тыквы и кунжута, миндальные орехи.	Предшественник нейромедиаторов дофамина, норадреналина, адреналина, гормонов щитовидной железы, гормонов роста и меланина (пигмент, отвечающий за цвет кожи и волос). Способствует снижению аппетита и уменьшению массы жира в организме. Поднимает настроение.	4,4 г

Основной источник	Функции	Суточная доза
Цистеин (серосодержащая моноаминомонокарбоновая кислота)		
Мясо, яйца, брокколи, лук, чеснок, красный перец.	Один из источников образования глюкозы в организме. Выполняет защитную функцию, связывая токсичные ионы тяжелых металлов, цианиды, соединения мышьяка, ароматические углеводороды. Помогает предотвратить ущерб от алкоголя и табака. Стимулирует деятельность белых кровяных телец.	1,8 г
Аргинин (диаминомонокарбоновая кислота)		
Овсяная крупа, соевые бобы, семена подсолнечника, кунжута, молоко, мясо, грецкие орехи, шоколад.	Может увеличить секрецию инсулина, глюкагона, гормона роста. Помогает в реабилитации после травм, образовании коллагена и стимуляции иммунной системы. Предшественник креатина и гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК, важный нейромедиатор центральной нервной системы). Увеличивает количество спермы и Т-лимфоцитов. Ускоряет заживление ран, препятствует образованию опухолей.	6,1 г
Пролин (гетероциклическая аминокислота)		
Преимущественно мясные продукты.	Один из основных компонентов в формировании соединительных тканей и сердечной мышцы. Основная составляющая коллагена, способствует поддержанию нормального состояния соединительной ткани, улучшает структуру кожи. Легко мобилизован для потребностей в мышечной энергии.	4,5 г
Аспарагин (амид аспарагиновой кислоты)		
Говядина, птица, картофель, молоко, яйца, рыба, спаржа, орехи, семена, зерно.	Тесно связан с аспарагиновой кислотой, необходим для работы нервной системы. Используется для синтеза аммиака.	–
Аспарагиновая кислота (моноаминодикарбоновая кислота)		
В основном мясные продукты в виде аспарагин и амида аспарагиновой кислоты.	Играет важную роль в реакциях цикла мочевины и переаминирования, участвует в биосинтезе уринов и пиримидинов. Используется для синтеза треонина, образования рибонуклеотидов (предшественников РНК и ДНК). Выполняет функцию строителя иммунной системы, иммуноглобулинов и антител. Участвует в метаболических процессах клеток мозга. Повышает способность организма переносить умственное переутомление. Путем образования аспарагина из аспарагиновой кислоты происходит связывание и обезвреживание токсичного эндогенного аммиака. Помогает преобразовывать углеводы в энергию. Снижает уровень аммиака после упражнений.	12,2 г
Глутамин (амидглутаминовой кислоты)		
Петрушка, шпинат.	Ключевая роль в работе иммунной системы. Важный источник энергии, особенно для почек и кишечника. Топливо для мозга: выполняет важную функцию в улучшении памяти, стимулирует умственную деятельность и концентрацию.	-
Глутаминовая кислота (моноаминодикарбоновая кислота)		
Огородная зелень (петрушка, шпинат). В пищевой промышленности используется как вкусовая добавка к продуктам.	Основной предшественник глутамина, пролина, аргинина, глутатиона. Потенциальный источник энергии. Выполняет важную функцию в метаболических процессах мозга и в метаболизме других аминокислот, играет ключевую роль в азотистом обмене. Донор аминокислот для многих реакций, переносчик азота (проникает через мембраны легче, чем глутамин). В клетках ЦНС участвует в переносе ионов калия и обезвреживает аммиак (перенос аминокислот, связывание аммиака).	13,6 г

Роль, потребность и источники водорастворимых витаминов

Основной источник	Функции	Гиповитаминоз	АУ*	ВУ**
С (аскорбиновая кислота)				
Шиповник, черная смородина, сладкий перец, петрушка и укроп. Цитрусовые, земляника, кизил, зеленый лук, капуста, хрен, крапива.	Антиоксидант. Синтез кортикостероидов, метаболизм катехоламинов (превращение дофамина в норадреналин), окисления ароматических аминокислот (тирозина и фенилаланина), синтез серотонина из триптамина. Синтез коллагена из проколлагена. Участвует в синтезе и метаболизме гормонов щитовидной железы, улучшает всасывание железа из кишечника, нейтрализует нитрозамины пищи, снижая риск развития рака желудка и кишечника. Способствует всасыванию железа и кальция из кишечника, но препятствует всасыванию меди. Увеличивает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям, воздействию токсических веществ, перегреванию, охлаждению и кислородному голоданию.	Быстрая утомляемость, снижение физической и умственной работоспособности, слабость. Люди чаще испытывают дискомфорт, более склонны к депрессии. Характерно снижение уровня гемоглобина в крови, легкое возникновение кровоизлияний (синяков), кровоточивость десен, кровотечения. Повышается чувствительность к простуде и инфекциям, плохо заживают раны, отмечается сухость и потеря волос. Крайний случай авитаминоза С – цинга.	70 мг	700 мг
В1 (тиамин, аневрин, «витамины бодрости духа»)				
Злаки, крупы (овес, гречиха, пшено), мука грубого помола. Орехи, абрикос, шиповник, зеленый горошек, красная свекла, морковь, редька, фасоль, лук, капуста, шпинат.	Обмен углеводов (ключевое звено в реакциях аэробного превращения глюкозы, образующаяся при этом энергия расходуется на функционирование внутренних органов, в том числе миокарда) и кетокислот. Положительно влияет на нервную систему и умственные способности. Биосинтез важнейшего нейромедиатора – ацетилхолина.	Нарушение функций нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Зябкость при комнатной температуре, повышенная раздражительность, беспокойство, головные боли, снижение памяти, угнетенное состояние и плаксивость, быстрая умственная и физическая утомляемость, мышечная слабость, бессонница, артериальная гипотония, судороги.	1,7 мг	5,1 мг

Основной источник	Функции	Гиповитаминоз	АУ*	ВУ**
В2 (рибофлавин, антисеборейный витамин)				
Зеленый горошек, листовые овощи, капуста, помидоры, гречневая и овсяная крупа, пшеничный хлеб, шиповник, дрожжи, мясо, печень, почки, коровье молоко, яйца, рыба.	Обмен липидов и холестерина. Стимулирует созревание эритроцитов, регулирует работу печени. Участвует в процессах регенерации. Входит в состав зрительного пурпура, защищает сетчатку глаза от вредного действия ультрафиолетовых лучей, важен для поддержания нормальной функции глаз.	Воспаление губ, слизистых рта. Язык пурпурно-красный и отечный, трещины и язвочки в углах рта. Дерматит кожи лица, груди, воспаление слизистой оболочки век и роговицы со слезотечением, жжением и светобоязнью. Потеря аппетита, головные боли, резь в глазах, понижение работоспособности, нарушение сумеречного зрения, конъюнктивит.	2 мг	6 мг
В6 (пиридоксин, пиридоксаль, адермин)				
Говядина, свинина, птица, рыба, бобовые, гречка, пшеника, ячка. Орехи, шпинат, мор-ковь, перец, помидоры, капуста, клубника, черешня, апельсины, лимоны, гранат.	Обмен аминокислот и жирных кислот. Участвует в обмене холестерина. Способствует усвоению тканями белков и ненасыщенных жирных кислот. Благотворно влияет на функции нервной системы, печени, кроветворения, на кислотообразующую функцию желудочных желез.	Раздражительность, сонливость, полиневриты, повреждение кожных покровов и слизистых оболочек. У детей приводит к развитию анемии. У взрослых – к дерматитам, диспептическим расстройствам, периферическим невритам, подавлению иммунных реакций и поражению слизистых оболочек.	2 мг	6 мг
В12 (цианокобаламин)				
Печень, почки, сердце, соя, рыба, морская капуста, пивные дрожжи, мясо кролика.	Гемопоез, синтез ацетилхолина. Увеличивает потребление кислорода клетками при гипоксии. Участвует в синтезе лабильных метильных групп и в образовании метионина, нуклеиновых кислот, креатина. Оказывает благоприятное влияние на функции печени, понижает уровень холестерина в крови. Активизирует свертывающую систему крови, усиливает иммунитет.	Снижение аппетита, слабость, спазмы, боли в области желудка, запоры, развитие гастродуоденита, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. При выраженном дефиците возникает тяжелая форма злокачественной анемии (малокровие), появляются неврологические и психические расстройства.	3 мкг	9 мкг

Основной источник	Функции	Гиповитаминоз	АУ*	ВУ**
РР (никотиновая кислота, ниацин, витамин В3)				
Печень, почки, постное мясо, рыба, яйца, курица, мясо кролика, бобовые, грибы. В меньшей степени – чеснок, спаржа, зеленый горошек, петрушка, перец, капуста, морковь.	Активизирует углеводный и нормализует холестерин-овый обмен, повышает эффективность усвоения растительных белков. Участвует в окислительно-восстановительных процессах, в реакциях клеточного дыхания и промежуточного обмена, способствует выделению энергии из углеводов и жиров. Регулирует высшую нервную деятельность, функции органов пищеварения и кожных покровов. Положительно влияет на сердечно-сосудистую систему, способствует понижению артериального и повышению венозного давления. Стимулирует кроветворение (образование красных кровяных телец).	Слабость, утомляемость, бессонница, болезненность языка, извращение вкуса, диарея, дерматит. Крайнее проявление – пеллагра (болезнь, сопровождающаяся тяжелыми поражениями желудочно-кишечного тракта, кожи и центральной нервной системы, вплоть до возникновения психических расстройств).	20 мг	60 мг
В9 (фолиевая кислота, фолацин, фолат)				
Салат, томаты, бобы, шпинат, рожь, пшеница, авокадо, бананы, капуста, свекла, спаржа, чечевица, а также яичный желток, пекарские и пивные дрожжи, печень говяжья, печень трески, орехи.	Биосинтез нуклеиновых кислот, метаболизм аминокислот, синтез пуринов. Участвует в размножении клеток и кроветворении. Витамин необходим для нормального функционирования нервной системы и костного мозга.	Заболевания крови и желудочно-кишечного тракта, тошнота, утомляемость. В период беременности может вызвать появление уродств у плода и привести к нарушению психического развития новорожденных. Снижается содержание не только гемоглобина и эритроцитов (анемия), но и лейкоцитов и тромбоцитов крови.	400 мкг	600 мкг
В5 (пантотеновая кислота, пантенол)				
Говядина, цельное зерно, лесной орех, завязь пшеницы, почки, печень, сердце, зеленые овощи, свекла, спаржа, цветная капуста, зеленый чай, пивные дрожжи, отруби, яичный желток, куриное мясо, фасоль, горох, грибы.	Превращение холина в ацетилхолин, участие в процессах тканевого метаболизма в синтезе кортикостероидов, холестерина, гемоглобина. Влияет на переваривание и общий обмен веществ, входит в состав ферментов (от него зависят почти 80 ферментов), имеющих важное значение в обмене липидов и аминокислот.	Встречается крайне редко. Вялость, беспокойный сон. Нарушаются процессы обмена веществ, страдают желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая и нервная системы.	5 мг	15 мг

<i>Основной источник</i>	<i>Функции</i>	<i>Гиповитаминоз</i>	<i>АУ*</i>	<i>ВУ**</i>
Н (биотин, витамин В7)				
Говяжья печень, желток яйца, соевая мука, пивные дрожжи, молоко, почки, нешлифованный рис, соевые бобы, горох, зеленый горошек, арахис, петрушка, сливы, яблоки, бананы, грецкие орехи, тунец, миндаль.	Обмен жирных кислот. Является переносчиком кар- боксильной группы, играет ключевую роль в энергети- ческом обмене.	Встречается крайне редко. Воспаление кожи с шелуше- нием и серой пигментацией на шее, руках и ногах, выпа- дение волос, ломкость ногтей, воспалается язык, появляется тошнота, развивается анемия и холестеринемия.	50 мкг	150 мкг

Примечание: *АУ – Адекватный уровень потребления в сутки; **ВУ – Высший допустимый уровень потребления в сутки.

Роль, потребность и источники витаминоподобных веществ

Основной источник	Функции	Гиповитаминоз	АУ*	ВУ**
Р (комплекс из более 600 отдельных соединений, в частности биофлавоноиды: рутин, кахетин, гесперидин)				
Черноплодная рябина, черная смородина, вишня, черешня, брусника, шиповник, ежевика, петрушка, салат, гранат, айва. Чай, кофе, пиво, вино, кожура большинства фруктов и овощей.	Уменьшают проницаемость капилляров, снижают склонность к аллергическим реакциям, стимулируют дыхание тканей, благотворно влияют на работу эндокринных желез, способствуют снижению повышенного артериального давления, помогают преодолеть последствия кровоизлияния. Седативное, обезболивающее и гипотензивное действие.	Повышение ломкости и проницаемости капилляров. Мелкие кожные кровоизлияния (высыпания).	15 мг	100 мг
Холин (витамин В4)				
Желток куриного яйца, мозги, сердце, зеленые листовые овощи, дрожжи, печень, пшеничные зародыши, соя.	Синтез лецитина, утилизации жиров и холестерина. Тормозит развитие атеросклероза в старческом возрасте. Улучшает функции печени, в частности выведение из организма токсических веществ.	Встречается крайне редко. Понижается количество ацетилхолина, увеличивается раздражительность нервной системы. Стеатоз (ожирение) печени, нарушение работы почек, общая задержка развития организма.	0,5 г	1 г
Инозит (витамин В8)				
Печень, пивные дрожжи, говяжий мозг и сердце, дыня, грейпфруты, изюм, арахис, капуста, калина.	Липотропный фактор. Синтез лецитина. Участвует в поддержании нормального жирового обмена (в частности, в печени). Играет важную роль в питании клеток мозга. Способствует снижению повышенного уровня холестерина в крови, сохранению волос, предупреждению экземы.	Атеросклероз, выпадение волос, снижение зрения, запор, псориаз, экземы, перепады настроения.	500 мг	1500 мг
Л-Карнитин (витамин В11)				
Мясо, рыба, птица, сыр, творог.	Транспорт жирных кислот в митохондриях.	Стенокардия, перемежающаяся хромота, слабость, раздражительность, атеросклероз.	300 мг	900 мг
Витамин U (метилметионинсульфония хлорид)				
Белокачанная капуста, кольраби, картофель, кукуруза молочной спелости, морковь, салат, свекла, тыква, петрушка, помидоры, некипяченое молоко.	Ощелачивающая, противовоспалительная, антигистаминная и антиаллергическая активность. Антисклеротические и липотропные свойства. Нормализует секрецию пищеварительных желез, повышает резистентность слизистых к действию агрессивного ацидопептидного фактора.	Повышение кислотности желудочного сока, обострение воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта, язва двенадцатиперстной кишки.	200 мг	500 мг

Основной источник	Функции	Гиповитаминоз	АУ*	ВУ**
Липоевая кислота (витамин N)				
Печень, почки, молоко, говядина, рис, белокочанная капуста, шпинат, брокколи.	Антиоксидант. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной и других альфа-кетокислот. Липотропные свойства. Связывает тяжелые металлы в водорастворимые комплексы, выводимые почками.	Метаболический ацидоз, полиневрит, мышечные спазмы, миокардиодистрофия, стеатоз печени.	30 мг	70 мг
Оротовая кислота (витамин В13)				
Молоко, печень.	Метаболизм фолиевой кислоты. Улучшает пуриновые и пиримидиновые показатели миокарда. Защита сердца от возникновения ишемического стресса и кардиомиопатий. Улучшает состояние кожи, волос и ногтей.	Нарушение иммунитета, проблемы со стороны сердца, увеличение массы тела, патологии печени, умственная отсталость, большие и аномальные размеры клеток крови, преждевременное старение.	300 мг	900 мг
Пангамовая кислота (витамин В15)				
Пивные дрожжи, цельное зерно, тыквенные семечки, семечки кунжута.	Синтез белков, снижение уровня холестерина, защита печени от цирроза. Важное участие в клеточном дыхании.	Заболевание сердца, расстройство нервной системы, патологии эндокринной системы, повышенная утомляемость.	50 мг	150 мг
Парааминобензойная кислота (витамин В10)				
Печень, почки, неочищенное зерно, рис, отруби, патока, пивные дрожжи.	Активизация кишечной микрофлоры, выработка фолиевой кислоты.	Головные боли, выпадение волос, нарушение состояния ногтей, раздражительность. Крайнее проявление – кожные заболевания: волчанка, экзема, болезнь витилиго.	100 мг	300 мг

Примечание: *АУ – Адекватный уровень потребления в сутки; **ВУ – Высший допустимый уровень потребления в сутки.

Классификация, роль и источники минеральных веществ

Основной источник	Функции	Усвояемость организмом	Депо в организме
К (калий)			
Молочные продукты, мясо, какао, томаты, бобовые, картофель, петрушка, абрикос (курага, урюк), изюм, чернослив, бананы, дыня, черничный чай, крупа, грибы.	Мембранный потенциал клетки. Внутриклеточный элемент, регулирующий кислотно-щелочное равновесие крови. Участвует в передаче нервных импульсов, регулирует деятельность некоторых ферментов. Выступает как антагонист натрия, увеличение концентрации калия приводит к выделению натрия из организма. Для нормального обмена веществ количества калия и натрия в пищевом рационе должны относиться примерно как 2:1.	Очень высока – 90–95%, поступившего с пищей. Соли калия легко всасываются и быстро выводятся из организма с мочой, потом и через желудочно-кишечный тракт. Спортсменам необходим дополнительный прием калия.	В организме взрослого человека содержится 160–180 г калия (около 0,23% от общей массы тела).
Na (натрий)			
Поваренная соль, сыры, консервы, все соленья. Натуральные пищевые продукты содержат относительно мало натрия.	Осмотическое равновесие. Важный межклеточный и внутриклеточный элемент, участвует в обеспечении необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена. Основным регулятором постоянства концентрации ионов натрия и хлора в крови и тканевой жидкости являются почки. Выведение соли почками регулируется альдостероном – гормоном коры надпочечников	Очень высока – 90–95%. Усвоение в основном происходит в желудке и тонком кишечнике. Витамин D улучшает усвоение натрия, однако, чрезмерно соленая пища и пища богатая белками препятствуют его нормальному всасыванию.	В организме человека находится порядка 70–110 г натрия. Третья часть в костях, остальное в межклеточной жидкости, крови и в других тканях.
Ca (кальций)			
Молочные продукты (сливки, молоко, сыр, творог). Меньше – петрушка, шпинат, овощи, бобовые, орехи, изюм, рыба.	Строение костей скелета, свертывание крови. Функционирование мышечной ткани, миокарда, нервной системы, кожи, костной ткани. Оказывает благотворное воздействие на плотность костей в возрасте 9–30 лет.	25–40%, преимущественно в двенадцатиперстной кишке. Оптимальное соотношение для усвоения: Ca:Mg – 1:0,6, Ca:P – 1:1,5.	В организме до 99% находится в костях скелета и зубах, около 1% – в тканях и биологических жидкостях организма.

Основной источник	Функции	Усваиваемость организмом	Депо в организме
Mg (магний)			
Зерна злаковых, крупы, бобовые, семена подсолнечника, арбуз. В продуктах животного происхождения значительно меньше – кальмары.	Синтез белков, мочевины, углеводный обмен. Важнейший внутриклеточный элемент, участвует в обменных процессах, тесно взаимодействует с калием, натрием, кальцием; является активатором множества ферментативных реакций. Важная роль в регуляции деятельности нервной системы (способен создавать положительный психологический настрой). Укрепление иммунной системы, антиаритмическое и сосудорасширяющее действие. Способствует восстановлению сил после физических нагрузок. Стимулирует перистальтику кишечника и повышает желчеотделение, понижает холестерин. В рациональном пищевом рационе соотношение кальция и магния должно составлять 2:1.	В желудочно-кишечном тракте абсорбируется 40–45% поступившего магния.	Кости – 60%, мышцы – 20%, остальное – биологические жидкости. 40% от общего количества – в сердце, головном мозге, почках. 20–30% от этого количества может быть быстро мобилизовано в условиях его повышенного потребления.
Cl (хлор)			
Поваренная соль, морская соль, калиевые заменители соли, сыры, консервы, все соленья. В натуральных пищевых продуктах содержится в незначительных количествах.	Осмотическое равновесие. Играет важную роль в регуляции водного обмена, поддерживает баланс электролитов и кислотное основное равновесие. Необходим для функционирования мышц и нервной системы. Способствует перевариванию белков в желудке (входит в состав соляной кислоты).	Всасывание главным образом происходит в тонком, а также в толстом кишечнике.	Содержание в организме около 115 г. Преимущественно в коже, мышцах скелета, висцеральной ткани, во внеклеточном пространстве.
P (фосфор)			
Молоко, мясо, рыба, хлеб, овощи, яйца. Из продуктов животного происхождения усваивание лучше. Так же неплохо усваивается из зерновых и овощей.	Энергетический обмен (АТФ). Входит в состав липидов, белков, нуклеиновых кислот. Фосфорные соединения играют особую важную роль в деятельности головного мозга, скелетных и сердечных мышц, потовых желез.	Большая часть абсорбируется в тонком кишечнике. Всасывание, распределение и выведение фосфора в организме в значительной мере связано с кальциевым обменом.	В основном содержится в костях: 85% (вместе с кальцием составляет основу костной ткани), также в мышцах и нервной ткани. С кальцием, фтором и хлором формирует зубную эмаль.

<i>Основной источник</i>	<i>Функции</i>	<i>Усваиваемость организмом</i>	<i>Депо в организме</i>
S (сера)			
Нежирная говядина, рыба, моллюски, яйца, сыры, молоко, капуста и фасоль.	Атомы серы являются составной частью молекул незаменимых аминокислот (цистеин, метионин), гормонов (инсулин, кальцитонин), витаминов (биотин, тиамин), глутатиона, таурина и других важных для организма соединений. В их составе сера участвует в окислительно-восстановительных реакциях, процессах тканевого дыхания, выработке энергии, защите клеток и тканей от окисления.	Неорганические соединения серы (соли серной и сернистой кислот) не всасываются и выделяются из организма. Органические белковые соединения подвергаются расщеплению и всасываются в кишечнике.	Содержится во всех тканях организма, большая часть в мышцах, скелете, печени, нервной ткани, крови. В теле взрослого человека: 0,16% (110 г на 70 кг массы тела).

Физиологические нормы потребности для взрослых

<i>Недостаток потребления</i>	<i>Избыток потребления</i>	<i>АУ*</i>	<i>ВУ**</i>
К (калий)			
Усталость, психическое истощение, безразличие к окружающему, мышечная слабость. Нарушается ритм сердечных сокращений, появляются сердечные приступы, сердечная недостаточность. Страдают функции других органов и систем (легкие, желудок, кишечник, почки. Снижаются адаптационные возможности организма.	Повышенная возбудимость, беспокойство, потливость, кишечные колики, учащенное мочеиспускание. При стойком избытке калия ослабляется сократительная способность сердечных мышц, увеличивается риск развития сахарного диабета.	2500 мг	3500 мг
Na (натрий)			
При недостаточном содержании натрия отмечается слабость, исхудание, кожные сыпи, выпадение волос. При хроническом дефиците – расстройства кровообращения, угнетение центральной нервной системы.	Избыточный прием поваренной соли с пищей вызывает перегрузку регуляторных механизмов, что и приводит к стойкому повышению артериального давления. Установлена прямая связь между избыточным потреблением натрия и гипертонией. Следовательно, для профилактики гипертонической болезни и предупреждения инфаркта миокарда необходимо сознательное ограничение поваренной соли.	2000 мг = 5 г поваренной соли	3000 мг = 7,5 г поваренной соли
Ca (кальций)			
При недостаточном содержании кальция в организме появляется слабость, утомляемость, боли и судороги в мышцах, боли в костях. Повышается хрупкость костей, увеличивается риск переломов, развиваются остеопороз, декальцинация скелета. Могут наблюдаться нарушения иммунитета, аллергии, снижение свертываемости крови (кровоточивость), мочекаменная болезнь. Физические нагрузки не повышают потребность в этом элементе. В случае соответствия энергопотребления энергетическим запросам и включения в состав рациона молочных продуктов необходимости в дополнительном приеме кальция спортсменами не существует.	При избыточном содержании кальция происходит отложение его солей в коже, подкожной клетчатке, внутренних органах, стенках кровеносных сосудов, почках, увеличивается свертываемость крови, вытесняются из организма другие элементы (фосфор, магний, цинк).	1250 мг	2500 мг
Mg (магний)			
При недостатке в организме магния отмечается утомляемость, раздражительность, потеря аппетита, тошнота, запоры, аритмии, симптомы, характерные для начальных стадий развития мочекаменной и желчнокаменной болезни, сахарного диабета.	Избыток магния сопровождается вялостью, сонливостью, снижением работоспособности, диареей.	400 мг	800 мг

Недостаток потребления	Избыток потребления	АУ*	ВУ**
Cl (хлор)			
При недостатке в организме хлора отмечается отсутствие аппетита, слабость, тошнота, рвота, мышечные судороги, кома. К дефициту хлора может привести его недостаточное потребление с пищей, а также многократная рвота.	Основное проявление избытка хлора – подавление роста. Также повышение артериального давления. Избыточное употребление может спровоцировать негативные токсичные эффекты, макроэлемент и его соединения являются очень токсичными.	2300 мг	4000 мг
P (фосфор)			
При недостаточном содержании фосфора в организме появляется слабость, истощение, боли в мышцах, уменьшается сопротивляемость к простудным заболеваниям и инфекциям. Снижается белково-образовательная функция печени, возникают дистрофические изменения миокарда, кровоизлияния на коже и слизистых оболочках.	Чрезмерное поступление фосфора приводит к отложению в тканях малорастворимых фосфатов, поражениям печени и желудочно-кишечного тракта, к уменьшению содержания кальция и декальцинации костной ткани, к кровотечениям и кровоизлияниям.	800 мг	1600 мг
S (сера)			
Недостаточное содержание в организме серы проявляется через многочисленные симптомы дефицита биологически активных серосодержащих соединений (заболевания кожи, суставов, печени).	При избыточном содержании серы наблюдаются кожный зуд, сыпи, фурункулез, покраснение и опухание конъюнктивы, расстройства пищеварения, снижение массы тела.	4000 мг	5000 мг

Примечание: *АУ – Адекватный уровень потребления в сутки. **ВУ – Высший допустимый уровень потребления в сутки.

Классификация, роль и источники минеральных веществ (микроэлементы)

Основной источник	Функции	Усвояемость организмом	Депо в организме
Fe (железо)			
Мясо, печень, почки, птица, яйца, горох, белые грибы и лисички, абрикос, персики, яблоки, сливы.	Участвует в образовании гемоглобина и некоторых ферментов. Транспорт кислорода в клетку и его использование.	Лучше усваивается из продуктов животного происхождения.	В организме человека 3,5–4,5 г. В гемоглобине крови до 2/3 всего железа, 1/3 в печени, селезенке, мышечной ткани, костном мозге.
Cu (медь)			
Говяжья печень, говядина, рыба, печень трески, кальмары, фасоль, орехи, овсяная и гречневая крупа, кукуруза, морковь, шпинат, какао-бобы.	Кровотворение, синтез коллагена. Участвует в обмене веществ, входит в состав ряда ферментов. Ведущую роль в метаболизме меди играет печень, вырабатывающая белок церулоплазмин, участвующий в регуляции гомеостаза меди.	Всасывается преимущественно в желудке, причем лучше усваивается двухвалентная медь.	В организме человека 75–150 мг. Преимущественно в мозге и печени около 50% в мышцах и костях.
I (йод)			
Красные и бурые водоросли, креветки, треска, пикша, палтус, сельдь, хек. Йодированная соль.	Крайне важен для образования гормонов щитовидной железы.	Усвояемость низкая. Необходимо употреблять до 1000 мкг/сутки для адекватного усвоения.	В организме человека 20–50 мг, из них не менее 60% в щитовидной железе, 40% – в мышцах, яйцниках, крови.
Zn (цинк)			
Печень, говядина, рыба, устрицы, яйца, сыры. Незначительно: бобовые, пшеничные отруби, тыквенные семечки.	Активизирует около 200 ферментов, ответственных за широкий спектр биохимических реакций регулирующих деление и созревание клеток (рост и развитие организма, заживление ран), формирование иммунитета, синтез инсулина и мужского полового гормона тестостерона.	Всасывание происходит в верхнем отделе тонкого кишечника. Всасыванию препятствуют карбонаты, с которыми цинк образует труднорастворимые соли в крови.	В организме женщин 1,5 г, у мужчин 2,5–3 г. Из них 60% в костной и мышечной тканях, 20% – в коже. Самый высокий уровень в эритроцитах, лейкоцитах, в предстательной железе и сперме у мужчин.
Mn (марганец)			
Пшеничные и рисовые отруби, ржаной хлеб, соя, горох, свекла, помидоры, черника, курага.	Входит в состав многих ферментов, играет важную роль в процессах роста, кроветворения, образования костной ткани.	Всасывание происходит на всем протяжении тонкого кишечника.	В организме человека 12–20 мг. В основном содержится в костях, печени, почках и сердце.

Основной источник	Функции	Усваиваемость организмом	Депозит в организме
Cr (хром)			
Овощи, ягоды, фрукты, рыба, печень, яйца, пивные дрожжи.	Как постоянная составная часть клеток всех органов и тканей, выполняет в организме много важных функций, в числе которых участие в регуляции синтеза жиров и обмена углеводов. Хром участвует в поддержании уровня глюкозы, способствует структурной целостности молекул нуклеиновых кислот, участвует в регуляции работы сердечной мышцы и функционированию кровеносных сосудов, а также способствует выведению из организма токсинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов.	Всасывается преимущественно в тощей кишке, неабсорбированный хром выводится с калом. Усваиваемость невелика – всего 0,5–1,0%.	В организме человека 0,4–6 мг. Наибольшее количество в печени, кишечнике, щитовидной железе, хрящевой и костной ткани, в легких (при поступлении соединений хрома с воздухом). Содержание в крови в десятки раз ниже.
F (фтор)			
Морская рыба, хлеб грубого помола, орехи, чай, фторированная вода.	Принимает участие в образовании костной ткани и зубной эмали.	Всасывается около 75–90%, преимущественно в желудке и тонком кишечнике.	В организме человека около 2,6 г в костях, зубах, кожном покрове и щитовидной железе.
Co (кобальт)			
Красная свекла, редис, капуста, картофель, зеленый лук, чеснок, салат, морковь, груши, абрикос, виноград, смородина, земляника, кальмары, печень трески, манная крупа.	Входит в состав молекулы цианокобаламина (витамин B12), активно участвует в ферментативных процессах, образовании гормонов щитовидной железы, способствует выделению воды почками. Участвует в процессе кроветворения совместно с медью и железом, повышает усвоение железа и синтез гемоглобина, является мощным стимулятором эритропоэза.	В желудочно-кишечном тракте всасывается около 20% поступившего кобальта.	В организме человека менее 1 мг: в жировой ткани 0,36 мг, в волосах 0,3 мг, в костях 0,28 мг, в мышцах скелета 0,2 мг, в печени 0,1 мг.
Se (селен)			
еснок, свиное сало, пшеничные отруби, белые грибы, оливковое масло, морские водоросли, пивные дрожжи, бобовые, маслины, фисташки.	Антиоксидант. Стимуляция обмена веществ, усиление иммунитета. Лечебный эффект при кардиопатиях, гепатитах, панкреатитах, заболеваниях кожи, уха, горла и носа.	Всасывание происходит в тонком кишечнике.	В организме человека 20 мг. Преимущественно в почках, печени, костном мозге, сердце, поджелудочной железе, легких, коже, волосах.

<i>Основной источник</i>	<i>Функции</i>	<i>Усвояемость организмом</i>	<i>Депозит в организме</i>
Мо (молибден)			
Фасоль, горох, злаки, темно-зеленые листовые овощи, семена подсолнечника, капуста, шпинат, крыжовник, черная смородина, молочная продукция, печень, почки, яйца.	Обмен серосодержащих аминокислот. Антиоксидант. Принимает участие в метаболизме жиров и углеводов.	Всасывание происходит в тонком кишечнике.	В организме человека около 9 мг, главным образом в костях, почках, печени и коже.

Физиологические нормы потребности для взрослых (микроэлементы)

<i>Недостаток потребления</i>	<i>Избыток потребления</i>	<i>АУ*</i>	<i>ВУ**</i>
Fe (железо)			
Анемия (гемоглобин ниже 120 г/л для женщин и 130 г/л для мужчин), уменьшение активности железосодержащих ферментов. От дефицита железа страдает каждый пятый житель планеты. Потребности спортсменов в железе на 70% выше, чем у людей, не занимающихся спортом (особенно это относится к видам спорта, связанным с выносливостью).	Есть сведения, что избыточное употребление железа ведет к нарушениям функции иммунной системы	10 мг для мужчин 15 мг для женщин	45 мг
Cu (медь)			
Нарушение гемоглобинообразования, угнетение кроветворения, развитие малокровия. Ухудшается состояние костной и соединительной ткани, происходит деминерализация костей, увеличивается риск переломов. Происходит угнетение функций иммунной системы. Нарушается пигментация кожи (витилиго), обесцвечиваются волосы. У девочек тормозится половое развитие, нарушается менструальная функция, у взрослых женщин наблюдается бесплодие.	Нарушение работы ЦНС: депрессивные состояния, бессонница, снижение памяти. Нарушение работы почек и печени, цирроз печени и вторичное поражение головного мозга (болезнь Вильсона-Коновалова). Эритроцитоллиз (разрушение эритроцитов с выделением гемоглобина).	1 мг	5 мг
I (йод)			
Задержка роста, психические и физические нарушения, кретинизм, гипотериоз, увеличение размеров щитовидной железы (зобная болезнь, микседема – этим заболеванием страдает около 200 млн человек).	Гипертиреоз, тиреотоксикоз. Йододерма (поражение кожи), йодизм (асептическое воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, слюнных желез, околоносовых пазух).	150 мкг	300 мкг
Mn (марганец)			
Утомляемость, ухудшение процессов мышления, способности к принятию быстрых решений, ухудшением памяти. Нарушение сократительной способности мышц, появление спазмов и судорог. Атеросклероз. Дерматиты. Быстрая потеря веса, тошнота и рвота. Остеопороз (прием кальция усугубляет дефицит марганца).	Заторможенность, депрессия, скованность движений, а в далеко зашедших случаях – нарушения функций центральной нервной системы.	2 мг	11 мг
Zn (цинк)			
Диарея, дерматиты, деменция. Частые простудные и инфекционные заболевания, усиление склонности к аллергии, задержка развития у детей, бесплодие у мужчин, преждевременные роды у женщин.	Физиологические нарушения функций иммунной системы. Тошнота, рвота, диарея, одна из причин появления эрозии в желудке.	12 мг	40 мг

Недостаток потребления	Избыток потребления	АУ*	ВУ**
Сг (хром)			
Утомляемость, беспокойство, бессонница, головные боли, невралгии, понижение чувствительности конечностей. Повышается уровень холестерина в крови, увеличивается риск развития атеросклероза, сахарного диабета, развивается исхудание или ожирение. У мужчин нарушается репродуктивная функция. Характерная особенность дефицита хрома – непереносимость алкоголя.	Воспалительные заболевания с тенденцией к изъязвлению слизистых оболочек, дерматиты и экземы, аллергии (астматический бронхит, бронхиальная астма), астено-невротические расстройства. Увеличивается риск развития онкологических заболеваний.	50 мкг	250 мкг
Ф (фтор)			
Кариес (особенно подвержены дети).	Хрупкость зубов и пятнистость эмали (флюороз).	1,5 мг	4 мг
Со (кобальт)			
Пернициозная анемия. Общая слабость, снижение памяти, аритмия, малокровие, а также замедленное развитие в детском возрасте. Нарушение функций желудочно-кишечного тракта.	«Кобальтовая пневмония» (при попадании соединений кобальта в легкие), гиперплазия щитовидной железы, аллергодерматозы, поражение слухового нерва.	5 мг	10 мг
Se (селен)			
Выпадение волос, дистрофические изменения ногтей, недостаточность репродуктивной системы (мужское бесплодие), нарушение иммунитета, кардиомиопатия.	Тошнота, рвота, чесночный запах от кожи и изо рта, нарушение функций печени, покраснение кожи.	70 мкг	150 мкг
Мо (молибден)			
Повышенная возбудимость, нервозность. Гемералопия (ослабление или неспособность видеть предметы в ночном или сумеречном освещении), тахикардия.	Подагра, мочекаменная болезнь, уратурия. Воспаление слизистых оболочек. Пневмокониоз. Подавление процесса кроветворения: лейкопения, анемия.	45 мкг	200 мкг

Примечание: *АУ – Адекватный уровень потребления в сутки. **ВУ – Высший допустимый уровень потребления в сутки.

Таблица основных продуктов по соотношению БЖУ

Продукт, 100 г	ккал	Б	Ж	У	Продукт, 100 г	ккал	Б	Ж	У
Жиры и жировые продукты					Молоко и молочные продукты				
Жир бараний топленый	897,3	0	99,7	0	Йогурт	79,1	3,9	3,5	8
Майонез	625,8	3,1	67	2,6	Йогурт обезжиренный	51,6	4,4	0	8,5
Масло сливочное бutterбродное	567,5	2,5	61,5	1	Кефир	60,8	3,3	3,2	4,7
Масло растительное	898,1	0,2	99,7	0	Молоко козье	47,1	3,7	1,9	3,8
Рыба и рыбопродукты, морепродукты					Молоко овечье	49,7	5,3	2,1	2,4
Горбуша	161,8	22,9	7,8	0	Молоко пастеризованное	58,8	2,8	3,2	4,7
Икра осетровая паюсная	235,8	36	10,2	0	Молоко цельное	60,8	3,3	3,2	4,7
Камбала	101,5	17,5	3,5	0	Простокваша обыкновенная	56,4	2,8	3,2	4,1
Карп прудовой	96,4	16	3,6	0	Сливки 20% жирности	205,6	2,8	20	3,6
Креветка	94,2	18,6	2,2	0	Сметана 20% жирности	204	2,8	20	3,2
Лосось	130	19,9	5,6	0	Сметана 10% жирности	113,6	3	10	2,9
Мидия	52,7	9,8	1,5	0	Творог обезжиренный	83,4	18	0,6	1,5
Минтай	79,4	17,6	1	0	Творог жирный	223,2	14	18	1,3
Окунь	120,4	18,4	5,2	0	Мясо и мясопродукты				
Сельдь	137,6	18,2	7,2	0	Баранина (толстый филей)	162,6	20,4	9	0
Семга (таймень)	122,7	18,3	5,5	0	Говядина (филе)	188,4	19,2	12,4	0
Скумбрия атлантическая	153	18	9	0	Говяжья печень	106,7	19,7	3,1	0
Форель речная	115,8	19,5	4,2	0	Конина (нарезка)	171,5	20,6	9,9	0
Хек	86,2	16,6	2,2	0	Крольчатина (нарезка)	188,5	20,8	11,7	0
Сыр					Свинина (филе)	213	20,4	14,6	0
Сыр пармезан	412,4	35,6	30	0	Орехи				
Сыр плавленый	462,6	14,4	45	0	Арахис	570,60	25,30	49,00	7,10
Сыр козий	534	21	50	0	Грецкий орех	544,60	14,40	51,00	7,00
Сыр костромской	262	20,5	20	0	Лесной орех	508,40	12,00	48,00	7,10
Сыр крестьянский	454,2	12,3	45	0	Миндаль сладкий	598,20	18,70	55,00	7,10
Сыр российский	363,6	23,4	30	0	Фисташки	525,90	17,60	47,50	7,00

Таблица основных продуктов по соотношению БЖУ

Продукт, 100 г	ккал	Б	Ж	У	Продукт, 100 г	ккал	Б	Ж	У
Фрукты									
Абрикос	7,2	0,9	0,1	9	Клубника (земляника)	35,6	0,8	0,4	7,5
Авокадо	22,8	2	14,66	1,8	Крыжовник	42,8	0,8	0,2	9,9
Ананас	33,2	0,3	0,1	11,8	Лимон	18,4	0,7	0,1	3,9
Апельсин	37,6	1	0,1	8,1	Малина	41,2	1,3	0,5	9
Банан	94,4	1,2	0,5	21	Манго	58,4	0,6	0,38	14
Виноград	72,8	0,7	0,6	17,5	Мандарин	37,2	0,7	0,2	8,6
Виноград сушеный	139,2	2,5	0,54	32,3	Персик	44,8	0,8	0,1	10,4
Вишня сладкая	48,8	0,9	0,2	11,3	Слива	42,8	0,8	0,3	9,9
Грейпфрут	31,6	0,6	0,2	7,3	Смородина красная	36,4	1,1	0,2	8
Груша	44,8	0,5	0,3	10,7	Смородина черная	37,2	1,3	0,4	8
Дыня	42	0,9	0,3	9,6	Черешня	53,6	1,1	0,4	12,3
Ежевика	52,8	1,2	0,5	12	Черника	38,8	1,1	0,6	8,6
Киви	68	1	0,6	10	Яблоко	46,4	0,4	0,4	10
Грибы									
Грибы белые	222,80	30,40	6,80	10,00	Опята свежие	12,50	1,50	0,10	1,40
Дичь и домашняя птица									
Гусь – 1 категория	413,4	15,2	39	0,4	Кура (окорочок)	250,8	20,6	18,4	0,7
Индейка (грудка)	193,2	24,1	10,4	0,8	Утка – 1 категория	406,4	15,8	38	0,3
Индейка – 1 категория	277,6	19,5	22	0,4	Яичный белок (жидкий)	45,2	11,1	0	0,2
Кура (грудка)	262,8	22,8	18,8	0,6	Яичный желток (жидкий)	211,8	16,1	16,2	0,4
Кура (печень)	149,5	22,1	6,7	0,2	Яйцо куриное целиком	157,9	12,9	11,5	0,7
Овощи									
Баклажаны	25,3	0,6	0,1	5,5	Капуста	37,6	4,5	0	4,9
Бобы (белые)	112,7	21,3	0,3	6,2	Капуста цветная	29,6	2,5	0	4,9
Горох садовый (семена сухие)	332,6	22,9	1,8	56,2	Картофель	87,7	2	0,1	19,7
Горох лущеный	337,2	23	1,6	57,7	Кукуруза сахарная (сырая)	62,4	3,3	0	12,3
Горошек зеленый	75	5	0,2	13,3	Лук зеленый	22,4	1,3	0	4,3
Кабачки	27,9	0,6	0,3	5,7	Лук репчатый	44,8	1,7	0	9,5
Капуста белокочанная	28,8	1,8	0	5,4	Морковь (каротель)	32,9	1	0,1	7
Зерно и продукты его переработки									
Батон	238,20	6,30	1,00	51,00	Овсяная крупа	361,40	11,90	5,80	65,40
Гречневая крупа (ядрица)	345,80	12,60	2,60	68,00	Овсяная мука (толокно)	369,00	13,80	5,80	65,40
Гречневая мука высший сорт	337,00	10,90	1,40	70,20	Овес зрелый (целыми зернами)	360,60	11,70	5,80	65,40
Крупа манная	344,70	11,30	0,70	73,30	Овсяные хлопья «Геркулес»	371,00	13,10	6,20	65,70

Крупа перловая	341,90	9,30	1,10	73,70	Проросшая пшеница (ростки)	371,00	13,10	6,20	65,70
Крупа пшеничная	343,10	12,70	1,10	70,60	Пшеница (целыми зернами)	410,80	26,60	0,40	75,20
Крупа ячневая	340,10	10,40	1,30	71,70	Пшеничные отруби				
Кукуруза (целые зерна)	321,60	8,50	0,80	70,10	Пшеничный зерновой хлеб	350,00	11,70	0,80	74,00
Кукурузная мука	327,80	8,30	0,60	72,30	Пшеничный хлеб (белый)	358,70	14,90	0,70	73,20
Кукурузные хлопья	314,20	7,20	0,60	70,00	Пшено	350,00	11,70	0,80	74,00
Макаронные изделия	350,50	10,40	0,90	75,20	Ржаная мука (тин 1800)	358,70	14,90	0,70	73,20
Мука пшеничная высший сорт	346,10	10,30	0,90	74,20	Рис (неочищенный)	243,60	7,00	1,20	51,20
Мука пшеничная 1 сорт	346,90	10,60	1,30	73,20	Рис (шлифованный)	351,30	12,00	2,90	69,30
Рожь (целыми зернами)	309,20	10,00	1,20	64,60	Хлеб украинский подовый	239,90	8,60	0,7	49,80
Рожь проросшая (ростки)	343,40	7,20	0,60	77,30	Хлебцы докторские	257,60	7,90	2,40	51,10
Хлеб ржаной зерновой	269,70	6,80	0,10	60,40	Ячмень (целыми зернами)	283,60	9,80	0,40	60,2
Кондитерские изделия									
Зефир	316,40	0,80	0,00	78,30	Вафли с фруктовой начинкой	293,20	3,20	2,80	63,80
Какао-порошок	365,90	24,20	17,50	27,90	Галеты из муки высшего сорта	139,40	9,70	10,20	2,2
Мармелад фруктово-ягодный	305,60	0,40	0,00	76,00	Печенье сдобное	249,20	10,40	5,20	40,20
Мед натуральный	324,40	0,80	0,00	80,30	Сухари сливочные	414,60	8,50	10,60	71,30
Пастила	323,60	0,50	0,00	80,40	Сушки из пшеничной муки	316,00	9,60	0	69,40
Пирожное бисквитное	359,30	4,70	9,30	64,20	Пряники заварные	216,40	4,80	2,80	43,00
Сахар-песок	399,20	0,00	0,00	99,80	Абрикосовое повидло	257,20	0,40	0,00	63,90
Халва подсолнечная ванильная	529,70	11,60	29,70	54,00	Сливовое варенье	300,00	0,40	0,00	74,60
Шоколад без добавок	549,70	5,40	35,30	52,60	Яблочное варенье	276,40	0,40	0,00	68,70
Шоколад молочный	558,50	6,90	35,7	52,4					

**Таблица гликемических индексов продуктов
(по glycemicindex.com)**

<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>	<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>
Абрикос (свежий фрукт)	30	Апельсин (свежий фрукт)	35
Абрикосы (консервированные в сиропе)	60	Апельсиновый сок (без сахара)	45
Авокадо	10	Арахис	15
Айва (свежий фрукт)	35	Арахисовая паста (без сахара)	25
Амарант (семена)	35	Арахисовое масло (паста без сахара)	40
Арбуз	75	Артишок	20
Ананас (консервированный в сиропе)	65	Ацерола (барбадосская вишня)	20
Ананас (свежий фрукт)	45	Анона (карамбола, «старфрут»)	35
Баклажан	20	Бискотти (сухое печенье)	70
Банан десертный (зеленый)	45	Бобы соевые	15
Банан десертный (спелый)	60	Бобы соевые, консервированные	22
Банан платана (сырой)	45	Бобы, фава (сырая)	40
Банан платана (только в приготовленном виде)	70	Бриошь (булочка)	70
Батат	65	Брюква, кормовая свекла	70
Бисквит	70	Бублики, баранки	70
Бисквит (мука грубого помола без сахара)	50	Булгур (зерно приготовленный)	55
Булгур цельнозерновой (приготовленный)	45	Вафли сладкие	75
Виноград (свежая ягода)	45	Вермишель из твердых сортов пшеницы	35
Вишня (свежая ягода)	25	Вермишель соевая	30
Глюкоза (декстроза)	100	Горчица, горчица дижонская	35
Голубика (свежая ягода)	25	Гранат (свежий фрукт)	35
Горох сухой	25	Грейпфрут, Помело (свежий фрукт)	30
Горошек зеленый (консервированный)	45	Грибы	15
Горошек зеленый (свежий)	35	Груша (свежий фрукт)	30
Горошек стручковой	15	Груша дынная (пепино)	40
Дыня (канталуп, медовая и т.п.)	60	Ежевика (свежая ягода)	25
Ежевика (свежая ягода)	25	Желе из айвы (без сахара)	40
Желе из айвы (с сахаром)	65	Зерновые зародыши	15
Злаки цельнозерновые (без сахара)	45	Йогурт натуральный	35
Изюм	65	Йогурт сладкий	52
Имбирь	15	Йогурт соевый (ароматизированный)	35
Инжир (свежий фрукт)	35	Йогурт соевый (натуральный)	20
Инжир сушеный	40	Капуста цветная	15
Кабачок	15	Картофель в мундире (вареный, на пару)	65
Какао-порошок (без сахара)	20	Картофель жареный, запеченный, фри	95
Камут цельнозерновой	40	Картофель отварной без кожицы	70
Капеллини (вид пасты, тоньше спагетти)	45	Картофель сладкий	50
Капуста белокочанная	15	Картофельное пюре	80
Капуста брокколи	15	Картофельное пюре – порошок	90
Капуста брюссельская	15	Картофельные хлопья (быстрого приготовления)	90

<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>	<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>
Капуста квашеная	15	Картофельные чипсы	70
Кассуле (фр. блюдо из фасоли и мяса)	35	Крахмал модифицированный	100
Каша гречневая	40	Крупа гречневая	40
Каша из кукурузной муки (мамалыга)	70	Крупа из твердых сортов пшеницы	60
Каша из овсяных хлопьев	60	Крупа перловая	60
Каша овсяная (дробленая), блюда из овсянки	60	Крупа ячневая	25
Каша пшенная	70	Крыжовник	25
Каша рисовая с молоком (с сахаром)	75	Кукуруза индийская	35
Каштан	60	Кукуруза консервированная	65
Киноа	35	Кукуруза свежая	35
Кетчуп	55	Кукурузные хлопья	85
Киви (свежий фрукт)	50	Кунжутная паста, тахини	40
Клубника (свежие ягоды)	25	Кунжутное семя	35
Клюква (свежие ягоды)	45	Курага	35
Кокос	45	Кускус	65
Корнишон	15	Кускус манка цельнозерновая	50
Крахмал из подземных побегов	85	Кускус цельнозерновой, манка цельнозерновая	45
Крахмал картофельный	95	Крахмал кукурузный	85
Лапша (из мягких сортов пшеницы)	70	Лук-порей	15
Лапша рисовая	65	Лук-шалот	15
Лепешки пресные	69	Льняное семя	35
Лимон (свежий фрукт)	20	Люпин	15
Личи (свежий фрукт)	50	Лук	15
Маис	35	Мороженое из соевого молока	35
Майонез (промышленный с сахаром)	60	Мука айвовая	40
Макароны (из твердых сортов пшеницы)	50	Мука гречневая	40
Маковое семя	35	Мука грубого помола	60
Малина (свежие ягоды)	25	Мука из камута (цельнозерновая)	45
Мальтодекстрин	95	Мука из киноа	40
Манго (свежий фрукт)	50	Мука из полбы (цельнозерновая)	45
Мандарин, клементин	30	Мука каштановая	65
Маниока (горькая, сладкая)	55	Мука кукурузная	70
Маракуйя	30	Мука нутовая	35
Маца (цельнозерновая мука)	40	Мука обдирная	65
Мед	60	Мука пшеничная очищенная	85
Миндаль	15	Мука ржаная цельнозерновая	45
Миндальная паста (без сахара)	35	Мука рисовая	95
Миндальное молоко	30	Мука соевая	25
Молоко кокосовое	40	Мушмула, слива японская	55
Молоко овсяное (сырое)	30	Мюсли (без сахара)	50
Молоко рисовое	85	Мюсли (с сахаром, медом...)	65
Молоко соевое	30	Мякоть пальмы	20
Молоко сухое	30	Морковь (приготовленная)	85

<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>	<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>
Молоко (независимо от жирности)	30	Морковь (свежая)	30
Нектарин (свежий фрукт)	35	Овес	40
Нут	30	Овощи консервированные (заводские)	65
Нут (консервированный)	35	Овсяные хлопья (без кулинарной обработки)	40
Огурчики-пикули маринованные	15	Овсяный (устричный) корень	30
Оливки	15	Огурец (свежий овощ)	15
Орех грецкий	15	Орехи кешью	15
Орех лесной (фундук)	15	Отруби (пшеничные, овсяные)	15
Папайя (свежий фрукт)	55	Песто (соус)	15
Паста из лесных орехов (без сахара)	25	Полба	40
Паста из неочищенного миндаля (без сахара)	25	Полба (из рафинированной муки)	65
Паста из очищенного миндаля (без сахара)	35	Полба (цельнозерновая)	45
Паста из цельнозерновой муки	50	Полента кукурузная крупа	70
Пастернак	85	Пончики	75
Патока	70	Попкорн несладкий	85
Перец сладкий	15	Пророщенные злаки (пшеницы, сои)	15
Перец стручковый, чили	15	Просо	70
Персик (консервированный в сиропе)	55	Пшено	70
Персик (свежий фрукт)	35	Рис ароматизированный (жасминовый)	60
Рис клейкий	90	Рис басмати	50
Рис коричневый	50	Рис басмати неочищенный	45
Рис красный	55	Рис белый стандартный	70
Рисовые галеты	85	Рис быстрого приготовления	85
Рисовый пудинг	85	Рис воздушный (аналог попкорна)	85
Рожкового дерева порошок (загуститель)	15	Рис дикий	35
Рис камаргский	60	Рис длиннозерновой	60
Салат («айсберг», листовой, руккола и т.п.)	15	Сахар коричневый	70
Сахар белый (сахароза)	70	Свекла (приготовленная)	65
Сироп кленовый	65	Свекла (свежая)	30
Сироп пшеничный	100	Свекла листовая	15
Сироп рисовый	100	Сельдерей (стебли)	15
Сироп цикория	55	Сельдерей корневой (приготовленный)	85
Скорцонера (козелец)	30	Сельдерей корневой (сырой)	35
Сливы (свежий фрукт)	35	Сидр сухой	40
Смесь очищенных злаков с сахаром	70	Сироп глюкозы	100
Смородина красная (свежая ягода)	25	Сок виноградный (без сахара)	55
Смородина черная (свежая ягода)	15	Сок грейпфрутовый (без сахара)	45
Соевые продукты	20	Сок грушевый	50
Соевый сливки	20	Сок клеквенный (без сахара)	50
Соевый соус (без сахара)	20	Сок лимонный (без сахара)	20
Сок ананасовый (без сахара)	50	Сок манго (без сахара)	55
Спаржа	15	Сок морковный (без сахара)	40
Специи (базилик, орегано, тмин, корица, ваниль и т.п.)	5	Сок сахарного тростника (сухой)	65

<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>	<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>
Суп-похлебка из лимской фасоли	36	Сок томатный	35
Суп-пюре из желтого гороха	60	Сок яблочный (без сахара)	50
Суп-пюре из зеленого сухого гороха	66	Сорбет (без сахара)	40
Суп-пюре из черных бобов	64	Сорбет (с сахаром)	65
Суп-пюре чечевичный	44	Сорго	70
Сурими	50	Спагетти (хорошо сваренные)	55
Сухари молотые для панировки	74	Спагетти, приготовленные al dente (5 минут)	40
Сухарики, галеты	70	Сыр сычужный	30
Суши	55	Такос (мексиканские кукурузные лепешки)	70
Тапиока (маниоковое саго – вид крупы)	85	Тальятелли (хорошо сваренные)	55
Таро	54	Тамаринд (сладкий)	65
Тахин	40	Томаты	30
Творог не отжатый	30	Томаты сушеные	35
Темпе (из ферментированных соевых бобов)	15	Топинамбур	50
Томатный сок	35	Тосты из цельнозернового хлеба	45
Томатный соус (без сахара)	35	Тофу (соевый творог)	15
Томатный соус (с добавлением сахара)	45	Турнепс, репа (приготовленная)	85
Турнепс, репа (свежий)	30	Тыква круглая	75
Тыква (разные виды)	75	Тыквенные семечки	25
Укус	5	Фасоль мунго	25
Фалафель (из бобов, фавы)	40	Фасоль стручковая	15
Фалафель (из нута)	35	Фасоль Фляжоле	25
Фасоль (приготовленная)	80	Фасоль черная	35
Фасоль адзуки	35	Фенхель	15
Фасоль белая	35	Физалис	15
Фасоль борпотти	35	Финики	70
Фасоль зеленая	30	Фисташки	15
Фасоль красная	35	Фруктоза	20
Хлеб-гриль, из цельнозерновой муки, без сахара	45	Хлеб пеклеванный (на дрожжевой закваске)	65
Хлеб-пита арабская	57	Хлеб ржаной (30% ржаной муки)	65
Хлеб белый «багет»	70	Хлеб ржаной цельнозерновой	45
Хлеб белый без глютена	90	Хлеб рисовый	70
Хлеб белый для завтраков (например, Harry's)	85	Хлеб тыквенный	40
Хлеб белый для сэндвичей	85	Хлеб фруктовый	47
Хлеб гречневый	50	Хуммус	25
Хлеб дрожжевой коричневый	65	Хурма	50
Хлеб из камута	45	Хлеб из пророщенных зерен	35
Хлеб из киноа (примерно 65% киноа)	50	Хлеб из цельнозерновой муки (100%) дрожжевой	40
Хлеб из муки грубого помола	65	Цельные пшеничные зерна	45
Чайот (мексиканский огурец), пюре из него	50	Цикорий (напиток)	40
Черника (свежие ягоды)	25	Цуккини	15
Чернослив	40	Чечевица желтая	30
Чеснок	30	Чечевица зеленая	25

<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>	<i>Название продуктов</i>	<i>ГИ</i>
Чечевица коричневая	30	Шпинат	15
Шоколад черный (>70% какао)	25	Щербет	50
Шоколад черный (>85% какао)	20	Щавель	15
Шоколадная булочка	65	Эндивий	15
Яблочный соус (без сахара)	35	Яблоки сушеные	35
Яичный порошок	60	Яблоко (свежий фрукт)	35
Ямс	65	Яблоко запеченное	35
Ячмень (цельное зерно)	45	Яблочное пюре	35
Ячмень, обработанный паром	60		

Авторы
Антон Юрьевич Дронь
Юлия Андреевна Дронь
Марина Юрьевна Глухова

НУТРИЦИОЛОГИЯ

Учебное пособие

Направление подготовки 49.03.01 Физическая культура
Направленность «Физкультурно-оздоровительная деятельность»

Корректор *З.Н. Хазбулаева*
Макет обложки *С.М. Десяткова*
Техническая редакция, вёрстка *С.М. Десяткова*

Сдано в печать 24.10.2023 г. Формат 70×100/16
Печать цифровая. Гарнитура Times NR
Тираж 58 экз. Заказ № 372_23. Авт.л. 6,4. Усл.печ.л. 10,77.

Редакционно-издательский отдел
Сургутского государственного педагогического университета
628417, г. Сургут, 50 лет ВЛКСМ, 10/2

Отпечатано в РИО СурГПУ